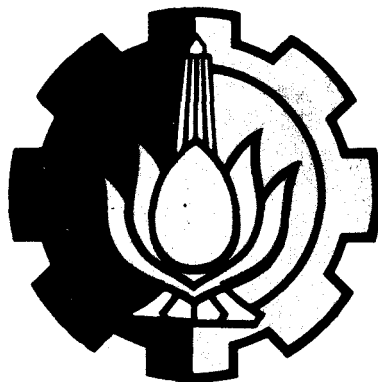


5792 / 118 / H / 93 ✓

TUGAS AKHIR

TL 1701

PENGARUH KEDALAMAN SCOUR TERHADAP STABILITAS STRUKTUR JACKET



PSKe
627.98
Sri
P-1
1093

Oleh :

Sri Retno Asih D3

4884300138

**PROGRAM STUDI TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1993**



FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN ITS
PROGRAM STUDI TEKNIK LAUTAN

TUGAS - AKHIR.

No. : 287 /PT12.H8.FTK/M/92.

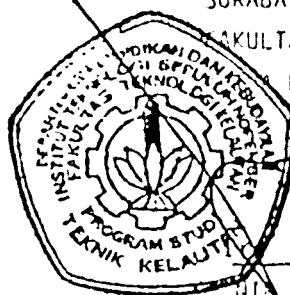
MATA KULIAH	:	TUGAS AKHIR ..I..(.8.SKS..)
NOMOR MATA KULIAH	:	TL - 1701
NAMA MAHASISWA	:	SRI.RETNA.ASIH.DJ.
NOMOR POKOK	:	488.430.0138
TANGGAL DIBERIKAN TUGAS	:	1....SEPTEMBER...1992
TANGGAL SELESAI TUGAS	:	31...M...E...I...1993
DOSEN PEMBIMBING	:	DR.Ir.W.A.PRATIKTIO

TEMA/URAIAN/DATA-DATA YANG DIBERIKAN :

JUDUL : PENGARUH KEDALAMAN SCOUR TERHADAP
STABILITAS STRUKTUR JACKET.

DIBUAT RANGKAP 4 :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dekan
3. Dosen Pembimbing.
4. Arsip Kajur.



SURABAYA, 1...September...1992.

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN ITS

P.S. TEKNIK LAUTAN

J.J.SOEDJONO,MSc.

130 359 270.

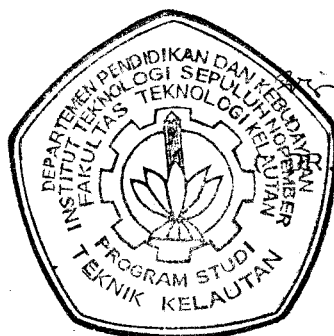
LEMBAR PENGESAHAN

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	9 AUG 1990
Terima Dari	H.
No. Agenda P.p.	1117 / TA.

SURABAYA, JULI 1993

MENGETAHUI/MENYETUJUI

DOSEN PEMBIBING



Ir. W. A. Pratikto
Ir. W. A. PRATIKTU, MSc)

NIP 130 816 210

ABSTRAK

SRI RETNO ASIH.DJ, Pengaruh Kedalaman Scour Terhadap Stabilitas Struktur Jacket (dibawah bimbingan DR. Ir.W.A. PRATIKTU, MSc.)

Scouring atau dengan nama lain penggerusan harus diperhitungkan setiap kali merencanakan / mendisain suatu platform, karena bagaimanapun juga scouring akan mempengaruhi kestabilan dari suatu struktur jacket.

Perhitungan terhadap kestabilan struktur jacket akibat pengaruh kedalaman scour yang dilakukan oleh penulis disini meliputi momen guling / overturning momen yang akan makin bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman scour serta menghitung defleksi dari platform yang terjadi akibat dari bertambahnya momen guling tersebut.

Dari perhitungan yang telah dilakukan penulis dapat mengestimasi bahwa pada kedalaman scour 175 cm struktur yang ditinjau oleh penulis sudah tidak aman lagi karena angka keamanannya sudah kurang dari ketentuan yang telah ditentukan .

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas terselesainya Tugas Akhir yang berjudul " PENGARUH KEDALAMAN SCOURING TERHADAP STABILITAS STRUKTUR JACKET " .

Sebagai salah syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh derajat kesarjanaan SI pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Fakultas Teknologi Kelautan Program Studi Teknik kelautan, mahasiswa diwajibkan untuk menyusun Tugas Akhir. Tugas Akhir ini berdasarkan pada studi kasus yang terjadi pada platform LWA milik PT.HUDBAY yang berada diselat Malaka.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun bagi mahasiswa lain. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna, maka penulis mengharapakan agar mahasiswa yang berminat sudi menyempurnakan serta melengkapi kekurangan yang ada, sehingga hasil yang didapatkan dapat lebih bermanfaat.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- Yth Bapak DR. Ir. W.A. Pratikto, M.Sc., selaku dosen pembimbing dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

- Yth Bapak Ir.J.J Sudjono, MSc., selaku Ketua jurusan Program studi Teknik Kelautan , Fakultas teknologi Kelautan ITS.
- Yth Bapak Ir.Daniel M.Roshyid, Ph.D., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.
- Ytc kedua orangtuaku serta saudara-saudaraku yang memberikan dorongan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- Semua rekan yang ada di laboratorium Komputasi FTK yang banyak memberikan bantuan selama penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhirnya penulis Berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

DAFTAR GAMBAR

BAB I

Gambar I.1	Daya dukung tanah.....	I-1
------------	------------------------	-----

BAB II

Gambar II.1	Distribusi arus tidal & wind drif	II-9
Gambar II.2	Perbandingan F_d/F_i sebagai fungsi kd	II-12
Gambar II.3	Region of Validity	II-17

BAB III

BAB IV

Gambar IV.1	Daya dukung tanah	IV-2
Gambar IV.2	Profil jarak dari tiang ke tiang	IV-8
Gambar IV.3	Modifikasi tekanan karena Pengaruh scour	IV-13
Gambar IV.4	Diagram beban yang diterima tiap tiang	IV-15

BAB V

Gambar V.1	Gelombang klapotis	V-6
------------	--------------------------	-----

Gambar V.2	Hubungan antara V_b dengan t dan gerak	V-9
Gambar V.3	Pengaruh Ulegan pada dasar yang bergelombang	V-10
Gambar V.4	Proses Transpor pada dasar	V-11
Gambar V.5	Gerusan pada dinding tegak pada beberapa kondisi pantai yang berbeda	V-12
Gambar V.7	Gerusan disekitar pemecah gelombang	V-14
Gambar V.8	Type gerusan menurut aliran butiran	V-15
Gambar V.9	Kriteria perbedaan antara L-Type & N-Type	V-16
Gambar V.10	Aliran yang melalui silinder tegak	V-18
Gambar V.11	Digram Variasi medan turbelensi terhadap pengaruh aliran surge	V-19
Gambar V.12	Profil kecepatan Aliran didasar laut akibat kecepatan uniform	V-21
Gambar V.13	Modifikasi tekanan effektive karena scour	V-25
Gambar V.14	Pengaruh scouring terhadap Tripod untuk gelombang sepanjang x-axis	V-28

Gambar V.15 Pengaruh scouring terhadap	V-29
Tripod untuk gelombang	
sepanjang y-axis	
Gambar V.16 Rotasi yang terjadi pile	V-32
Gambar V.17 Profil Scour dipermukaan	V-34
dasar laut	

BAB VI

Gambar VI.1 Lapisan tanah dimana struktur	VI.6
didirikan	
Gambar VI.2 Lengan momen sebelum scouring	VI.10
Gambar VI.3 Defleksi pada jacket	VI.16

DAFTAR GRAFIK

1. Grafik II.3 Region Of ValidityII-17
2. Grafik III.1 Coefisient Lift vs ReIII-3
3. Grafik III.2 Coefisient Drag vs ReIII-3
4. Grafik VI.1 Coefisient modulus tanahVI-20
5. Grafik VI.2 Slope CoefisientVI-21
7. Grafik VII.1 Hubungan Ukuran sedimen
dengan kedalaman ScourVII-2
8. Grafik VII.2 Hubungan antara angka
kemiringan dan perbandingan
kedalaman Scour dengan
diameter kaki jacketVII-3

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR GRAFIK	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang Permasalahan	I-1
I.2 Tujuan Penulisan	I-4
I.3 Batasan-Batasan	I-5
I.4 Metode Penyelesaian	I-5
BAB II ANALISA PEMBEBANAN PADA JACKET	
II.1 Tipe-Tipe Beban	II-1
II.1.1 Beban-Beban Mati	II-1
II.1.2 Beban-Beban Hidup	II-2

II.2	Pembebanan Pada struktur.....	II-2
	Atas	
II.3	Beban Lingkungan.....	II-3
II.3.1	Gaya Angin.....	II-4
II.3.2	Profil Kecepatan Angin.....	II-5
II.4	Pembebanan akibat Pengaruh.....	II-7
	Arus	
II.4.1	Kecepatan Arus.....	II-8
II.4.2	Gaya Arus.....	II-10
II.5	Beban Gelombang.....	II-12
II.5.1	Teori Morison.....	II-17
II.5.2	Teori Stoke Orde 5.....	II-19
II.6	Iterasi Newton-Rapshon.....	II-26
II.7	Effek Pada Pipa Sejajar.....	II-27

BAB III PERHITUNGAN PEMBEBANAN PADA JACKET

III.1	Beban Struktur Atas	III-1
III.2	Perhitungan Beban Arus	III-2
III.3	Perhitungan Beban Angin	III-5
III.4	Perhitungan Beban Gelombang	III-6
III.5	Perhitungan Gaya Bouyancy	III-7
III.6	Perhitungan Beban Total.....	III-8

BAB IV PONDASI

IV.1	Daya Dukung Tanah	IV-2
IV.1.1	Daya Dukung Pada Ujung Tiang	IV-3

IV.1.3	Daya Dukung Tanah Pada Pile.....	IV-5
	Berkelompok	
IV.1.3.1	Daya Dukung Dari Tiang.....	IV-6
	Berkelompok Yang Mempunyai	
	Ukuran Br Lr	
IV.2.	Piled Fondation	IV-6
IV.2.1	Daya dukung Dari Tiap Tiang.....	IV-8
	Ditambah Dengan Dya Dukung	
	Dari POOR yang Berada Diantara	
	Tiang	
IV.3	Kekuatan Pondasi Tiang	IV-9
	Terhadap Tarikan	
IV.4	Kekutan Pondasi Tiang Dalam	IV-10
	Menerima Beban Horisontal	
IV.5	Pengaruh Scour Terhadap	IV-12
	Daya Dukung Tanah	
IV.6	Besar Beban Yang Harus Diterima....	IV-13
	Oleh Tiap-Tiap Tiang Pancang.	
IV.6.1	Beban Vertikal Yang	IV-14
	Ekksentris.	
IV.6.2	Beban Tiang Akibat MY	IV-16
IV.6.3	Beban Tiang Akibat MX	IV-16
IV.6.4	Beban Tiang Akibat V, MX ,MY	IV-17

BAB V SCOUR PADA STRUKTUR JACKET

V.1	Teori Dasar Tentang Scouring	V-2
-----	------------------------------------	-----

V.1.1 Refleksi Gelombang	V-4
V.1.2 Transport Sediment pantai	V-6
V.1.3 Mekanisme Gerakan Pasir	V-8
V.1.4 Kekasaran Dasar	V-9
V.1.5 Tipe Penggerusan	V-12
V.2 Mekanisme Scour	V-17
V.2.1 Dinamika Scour	V-18
V.2.2 Aliran Disekeliling Pile Dan	V-19
Hubungannya Dengan Scour	
V.3 Scour Disekitar Pondasi Pile	V-21
V.4 Pengaruh Scour Terhadap	V-24
Stabilitas Jacket.	
V.5 Stabilitas Hydrolic	V-32
V.6 Proteksi Terhadap Scour	V-33

BAB VI MENGHITUNG KESTABILAN STRUKTUR SEBELUM SESUDAH SCOUR

VI.1 Mencari Daya Dukung Tanah	VI-2
Sebelum Dan Sesudah Scouring	
VI.2 Mencari Daya Dukung Tanah	VI-4
Tiap Tiang Dalam Group	
VI.3 Mencari Harga Momen Guling	VI-8
Sebelum Terjadinya Scouring	
VI.4 Mencari Harga Momen Perlawanan	VI-12

Sebelum Terjadinya Seouring

VI.5 Mencari Angka KeamananVI-14

VI.6 Menghitung Besarnya Defleksi.....VI-16

BAR VII ANALISA PERHITUNGAN

VII.1 Diskusi.....VII-1

VII.2 Kesimpulan.....VII-4

VII.3 SaranVII-4

DAFTAR PUSTAKA

BAR VIII

LAMPIRAN I.....DATA DARI BKT

LAMPIRAN II.....PROGRAM FORTRAN

LAMPIRAN III.....OUT PUT PROGRAM

DAFTAR NOTASI

A	= Luas penampang tiang
Bc	= Lebar Poor
Br	= Lebar kelompok tiang
C	= Kohesi tanah diujung tiang
-	
C	= Kohesi rata-rata sepanjang tiang
Cc	= Kohesi tanas dibawah poor
CD	= Koefissien Drag
CL	= Koefisien Lift
Cm	= Koefissien inersia
Cs	= Koefisien bentuk
d	= Kedalaman perairan
D	= diameter tiang
E	= Modulus Young
e	= Eksentrisitas
Fb	= Gaya bouyancy
FD	= Gaya drag
FI	= Gaya inersia
FL	= Gaya lift
g	= Gravitasi bumi
H	= Tinggi gelombang
Hb	= Tinggi gelombang pecah
Ho	= Tinggi gelombang dilaut dalam
K	= Angka Keulegan karpenter

k	= Angka gelombang
K_p	= Koefisien tekanan tanah pasif
K_s	= Koefisien tekanan tanah
L	= Kedalaman Tiang pancang yang dipancangkan dalam tanah
l_e	= Panjang pier
l_o	= Panjang gelombang di laut dalam
l_r	= Panjang kelompok tiang
m	= Jumlah kolom tiang
m_x	= Momen terhadap sumbu y
m_y	= Momen terhadap sumbu x
$N_c \& N_q$	= Faktor daya dukung ujung tiang
n	= Jumlah baris tiang
P	= Beban yang diterima akibat V , m_x dan m_y
P_{-}	= Beban tarik yang diterima tiang
Q_u	= Daya dukung satu tiang yang berdiri sendiri
Q_u'	= Daya dukung batas tiang kelompok yang free standing group
Re	= Angka Reynold
R_p	= Daya dukung pada ujung tiang
R_s	= Daya dukung pada sekeliling tiang
R_u	= Daya dukung ultimate
s	= Jarak dari tiang ke tiang
Sc	= Kedalaman Scouring

T	= Periode gelombang
U_{cr}	= Kecepatan kritis
U_{br}	= Kecepatan arus pada permukaan air
U_r	= Kecepatan Arus pada jarak Y dari dasar
U_w	= Kecepatan angin wind drif
V	= Beban vertikal
V_z	= Kecepatan angin pada ketinggian z
Y	= Jarak dari dasar laut
η	= Efisiensi
λ	= Panjang gelombang
θ	= Sudut geser tanah
γ	= ultimate weight

DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 Harga koefisien C_s II-5
2. Tabel 4.1 Harga N_c , N_q dan N_γ IV-11
3. Tabel 6.1 Angka keamananVI-14

BAB I PENDAHULUAN

Erosi yang terjadi pada kaki bangunan lepas pantai seringkali mengakibatkan kegagalan konstruksi. Erosi pada kaki bangunan lepas pantai sering disebut dengan scouring (penggerusan) yang dapat diakibatkan oleh gelombang, arus atau kombinasi keduanya. Pada tugas akhir ini penulis ingin mengetahui seberapa besar pengaruh kedalaman scouring terhadap stabilitas struktur jacket.

I.1 Latar Belakang Permasalahan

Salah satu jenis konstruksi fixed offshore platform yang khusus digunakan untuk kegiatan produksi dan dipandang sesuai digunakan pada perairan Indonesia adalah tipe jacket atau lebih dikenal dengan istilah jacket atau template. Pemasangan konstruksi ini dilakukan dengan memancangkan kedaras laut pada lokasi yang telah ditetapkan, dengan menggunakan beberapa tiang pancang (pile) yang dipasakkan pada kedalaman tertentu. Platform tipe ini dirancang untuk digunakan dalam umur pakai tertentu, sekitar 25 - 30 tahun atau sesuai perkiraan produktifitas ladang minyak yang dieksploitasi. Konstruksi kaki jacket(pile) merupakan primary members yang

menahan beban akibat pengaruh gelombang, angin, arus, gempa bumi maupun beban dari konstruksi itu sendiri. Jumlah kaki ini berpengaruh antara tiga sampai enam belas buah tergantung dari besarnya kecilnya beban yang disangga ataupun disesuaikan untuk kebutuhan pemakaiannya.

Pile yang digunakan untuk pemancangan konstruksi platform, setelah kedudukan konstruksi jacket tersebut tepat berdiri. Pemancangan pile berkisar antara 30 - 50 meter, masuk kedalam dasar laut (sea bed) hingga mencapai kelapisan tanah pendukung, jadi tergantung pada kondisi tanah dan kekuatan pemancangan yang dibutuhkan.

Pada saat pemancangan mulai dilakukan maka keseimbangan dinamis permukaan dasar laut akan terganggu. Gangguan ini akan menyebabkan scouring (penggerusan) disekitar kaki jacket. Hal ini berarti bahwa scouring timbul karena adanya gangguan dipermukaan dasar laut dan gangguan ini berasal dari adanya struktur tersebut. Semakin besar struktur semakin besar pula gangguan yang timbul. Sementara itu arus yang terus menerus mengalir dipermukaan dasar laut akan menambah kedalaman scouring tersebut, lebih-lebih jika struktur berada diperairan dangkal maka arus tersebut akan sangat berpengaruh.

Adanya scouring tersebut akan mempengaruhi kestabilan struktur, karena dengan adanya scouring lengan momen akan

struktur didirikan akan berkurang. Sementara itu kaki jacket tetap harus menahan beban akibat gelombang, angin, arus, gempa bahkan berat struktur itu sendiri.

Daya dukung tiang pancang (R_u) diperoleh dari :

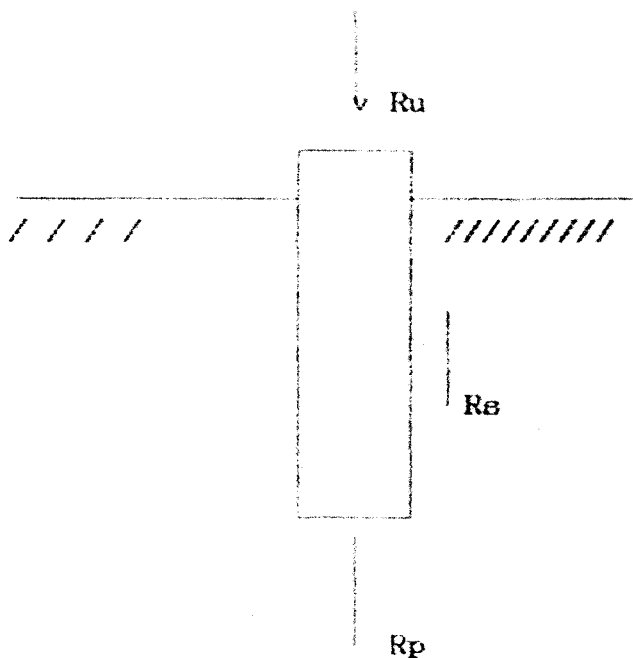
- Gaya geser vertikal yang terjadi pada permukaan lateral tiang, oleh tanah yang mengelilinginya (R_s).
- Gaya normal vertikal yang diterima tanah diujung dasar tiang (R_p).

Hal dapat ini dilihat pada gambar I.1

Pada banyak kejadian, gaya geser vertikal tiang merupakan pendukung utama dari kapasitas total tiang pancang. Daya dukung yang berasal dari hambatan lekatan ini meningkat sesuai dengan pertambahan luas permukaan lateral dan kedalaman tiang. Apabila scouring terjadi maka yang terjadi adalah sebaliknya, hambatan pelekatan akan berkurang sehingga daya dukung tanah juga akan berkurang.

Dalam menyusun tugas akhir ini diambil suatu studi kasus yang terjadi pada platform LWA milik LASMO yang berlokasi diselat Malaka tepatnya di $01^{\circ} 02' 19.0''$ North, dan $102^{\circ} 13' 14.0''$ East. Pada lokasi ini penggerusan

yang terjadi cukup kuat sehingga diperlukan adanya perhitungan ulang untuk kestabilan jacket.



Gb.I.1 Daya dukung tanah

I.2 Tujuan Penulisan

Pada perhitungan - perhitungan yang akan dilakukan oleh penulis diharapkan penulis dapat:

- 1.mengestimasi kedalaman scour maximum yang tidak

akan membahayakan kestabilan struktur.

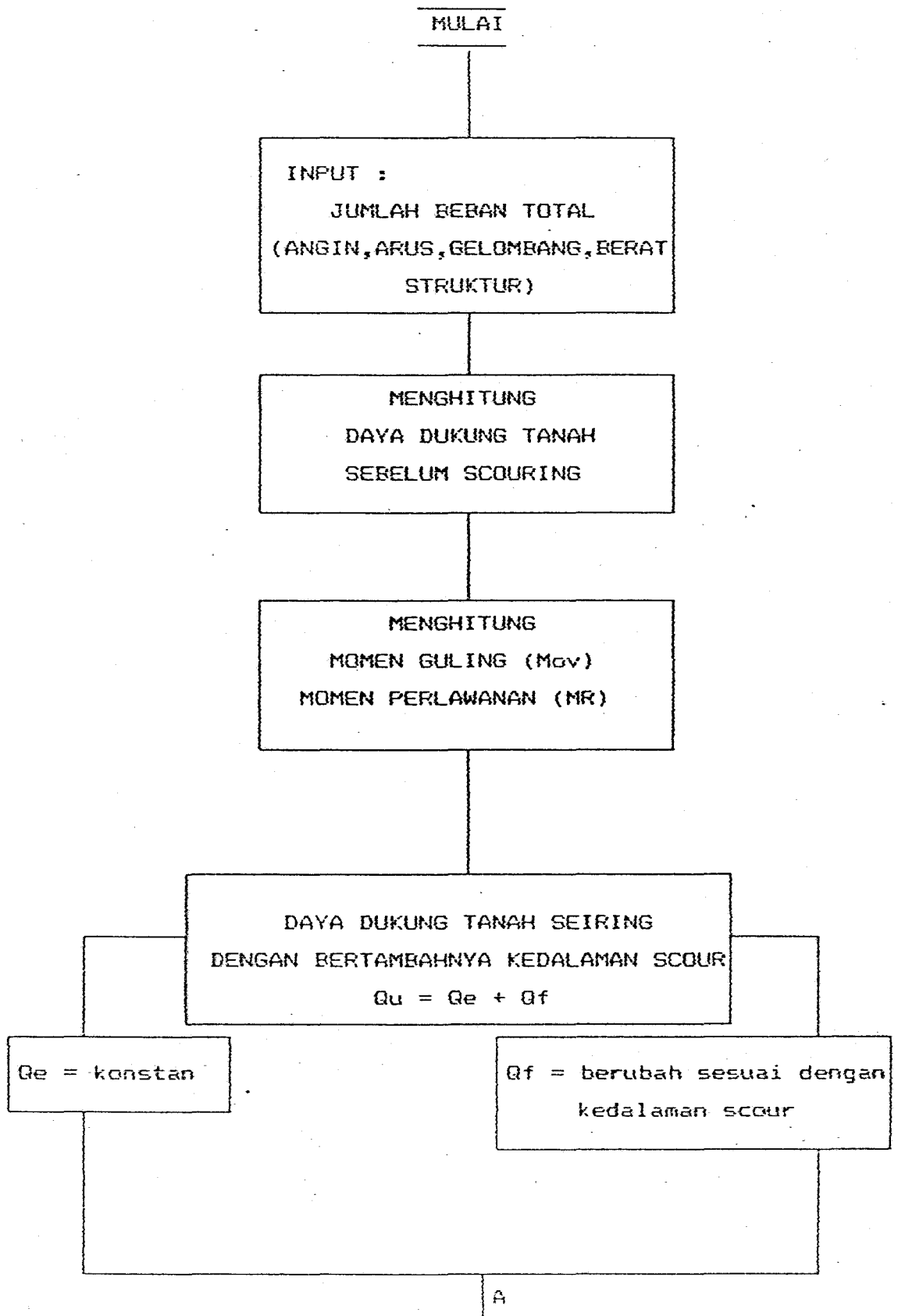
2.mencari faktor - faktor penyebab timbulnya scouring.

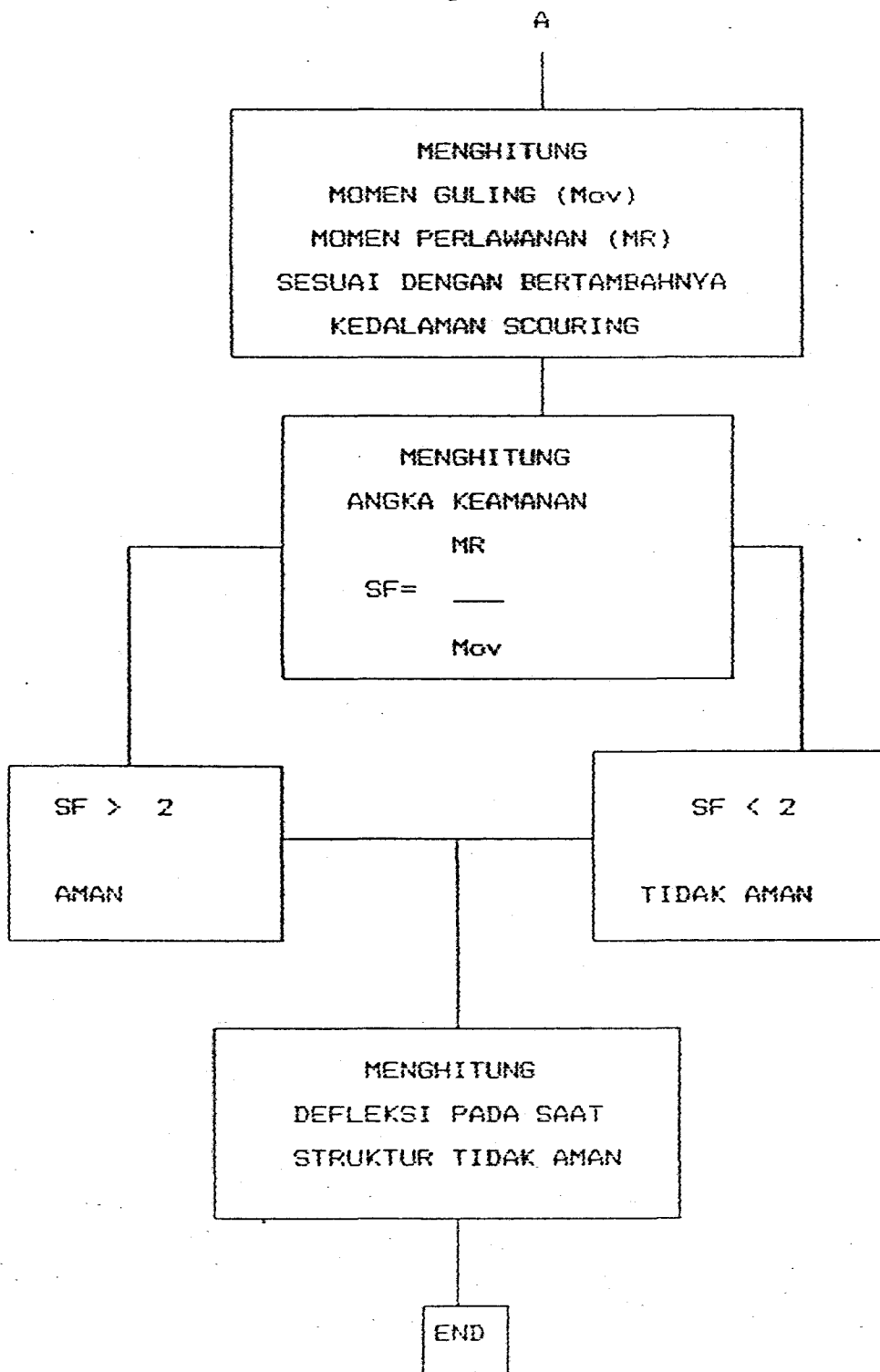
I.3 Batasan - batasan.

- Permukaan dasar laut dianggap rata.
- Kedalaman scouring yang terjadi dianggap sama.
- Gaya yang berasal dari berat struktur, beban angin, arus dan gelombang terdistribusi merata pada pile.
- Beban yang dihitung merupakan beban statis.
- Tidak memperhitungkan adanya pemampatan (settlement)

I.4 Metode Penyelesaian

1. Menghitung beban lingkungan yang terjadi pada struktur.
2. Perhitungan daya dukung tanah pada tiang pancang berkelompok dengan menggunakan metode Terzaghi & Peck.
3. Perhitungan besarnya beban yang harus diterima oleh masing - masing tiang pancang sesuai dengan bertambahnya kedalaman scouring.
4. Perhitungan momen tanpa adanya scouring.
5. Perhitungan momen dengan memperhitungkan kedalaman scouring.
6. Perhitungan defleksi yang terjadi pada jacket seiring dengan bertambahnya kedalaman scour.





BAB II

ANALISA PEMBEBANAN PADA JACKET

Sebelum respon dari struktur anjungan lepas pantai ditentukan, perlu diperkirakan beban-beban apa saja yang mungkin diterima oleh struktur tersebut dilaut. Pada bab ini akan dibahas pembebanan akibat beban struktur atas, beban angin, beban arus dan beban gelombang.

II.1 Tipe-Tipe Beban

Beban-beban yang diterima oleh struktur anjungan lepas pantai, dapat dikategorikan sebagai berikut :

II.1.1 Beban-Beban Mati (Dead Load)

Beban mati adalah beban yang tidak berubah /atau berpindah selama struktur tersebut berdiri .Beban - beban ini misalnya :

a. Berat struktur utama

misal ;

- jacket, tower , deck, landasan helikopter dan bagian-bagian lain dari struktur yang bersifat tetap.

b. Berat mesin-mesin yang bersifat permanen.

c. Tekanan hidrostatik dan gaya angkat air dari dasar sampai permukaan air laut.

II.1.2 Beban-Beban Hidup (Live Load)

Beban hidup merupakan gabungan beban operasional yang tidak permanen , termasuk beban lingkungan .Beban ini meliputi :

- a. Berat peralatan bor dan produksi yang dapat berpindah-pindah seperti :
derick, mud pump, tangki-tangki dan lain-lain.
- b. Berat personil dan barang-barang seperti makanan, cairan dalam penyimpanan, air dan minyak.
- c. Gaya yang ditimbulkan akibat bekerjanya alat-alat operasional.
- d. Gaya akibat landing dan take offnya helikopter.

II.2 Pembebanan Struktur Atas

Sebelum struktur jacket direncanakan , terlebih dahulu harus diperkirakan beban yang harus dipikul . Salah satu beban yang harus diperhitungkan adalah beban vertikal dari struktur atas.Untuk mengetahui besarnya beban ini ,harus diketahui seberapa besar kemampuan struktur atas memikul beban .

Didalam Rules for the Contruction and Clasification of Mobile Offshore Drilling Units diberikan batasan minimum dalam merencanakan beban deck dan beban landasan helikopter.

Berikut , batasan minimum beban yang diwajibkan dalam

perencanaan deck:

a. Daerah personil (crew spaces, jalan, dll)

$$460 \text{ kg/m}^2 = 94 \text{ lb/ft}^2$$

b. Daerah kerja (work areas)

$$920 \text{ kg/m}^2 = 188 \text{ lb/ft}^2$$

c. Daerah penyimpanan (storage areas)

$$1325 \text{ kg/m}^2 = 272 \text{ lb/ft}^2$$

II.3 Beban Lingkungan (Enviromental Load)

Untuk perencanaan struktur anjungan lepas pantai , beban-beban lingkungan yang diperhitungkan terutama adalah akibat angin , gelombang dipermukaan air dan arus.

Angin dipermukaan ;aut selama badai , penting dalam perencanaan struktur anjungan karena dapat menimbulkan gaya yang besar pada bagian struktur yang terbuka .Begitu juga dengan gelombang selama kondisi badai ,juga sangat vital , karena menimbulkan gaya yang besar pada struktur yang kena air , khususnya pada daerah yang dekat dengan permukaan.

Arus air pada bagian-bagian tertentu akan memberikan gaya yang cukup besar terhadap total gaya yang diterima oleh bagian-bagian struktur dalam air.

II.3 Pembebanan Akibat Pengaruh Angin

Malaupun gaya yang disebabkan karena angin hanya

sekitar 15% dari total gaya yang bekerja pada seluruh bagian struktur lepas pantai selama periode angin, arus dan gelombang yang kuat

bekerja secara bersamaan, tapi gaya angin cukup mendominasi pembebanan pada struktur

Ada dua hal yang perlu diperhatikan pada efek angin yaitu :

1. Efek angin sebagai penyebab gaya pada struktur.
2. Efek angin sebagai salah satu penyebab gelombang dilaut.

II.3.1 Gaya Angin

Gaya angin yang bekerja pada konstruksi merupakan fungsi dari kecepatan angin , orientasi struktur beserta elemen-elemennya. Untuk menghitung besarnya gaya angin pada struktur dapat dipakai rumus sebagai berikut :

* Untuk gaya searah dengan arah angin :

$$F_D = 1/2 C_D \rho V_z^2 A \quad (2.1)$$

* Untuk gaya tegak lurus arah angin :

$$F_L = 1/2 C_L \rho V_z^2 A \quad (2.2)$$

dimana,

C_D = koefisien drag

C_L = koefisien lift

ρ = rapat masa udara

V_z = kecepatan angin pada ketinggian z

A = frontal area

* Untuk silinder :

$$F_D = 1/2 C_D \rho D L \quad (2.3)$$

dimana,

D = diameter silinder

L = panjang silinder yang terkena angin

Sedangkan menurut API RP 2A memberikan persamaan sebagai berikut :

$$F = 0,00256 (V)^2 C_s A \quad (\text{lb}) \quad (2.4)$$

$$F = 0,0473 (V)^2 C_s A \quad (\text{N}) \quad (2.5)$$

dimana,

V = kecepatan angin dalam Mph atau km/jam

Cs = koefisien bentuk

A = luas benda dalam satuan ft^2

Harga Cs dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

obyek	koefisien bentuk
balok	1.5
proyeksi anjungan seluruhnya	1.0

tabel 2.1

II.3.2 Profil Kecepatan Angin

Untuk menghitung beban angin secara keseluruhan dari platform, digunakan kecepatan angin sustained, akan tetapi

untuk menghitung beban angin pada elemen konstruksi digunakan kecepatan angin gust.

Referensi pengukuran kecepatan angin sustained dan gust umumnya diambil pada jarak 10m dari SWL.

Persamaan dibawah ini digunakan untuk memprediksi kecepatan angin pada jarak tertentu (V_z) :

* Untuk kecepatan angin sustained :

$$(V_z)_s = (V_{10})_s (0,93 + 0,0072z)^{1/2} \quad (2.6)$$

* Untuk kecepatan angin gust :

$$(V_z)_g = (V_{10})_g (1.53 + 0,003 z)^{1/2} \quad (2.7)$$

Distribusi kecepatan angin vertikal yang biasanya digunakan dalam masalah-masalah teknik adalah distribusi kecepatan dengan menggunakan dalil tenaga (Power Law) yang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$V_z = V_{10} \left[\frac{z}{10} \right]^n \quad (2.8)$$

dimana ,

V_z = kecepatan angri pada ketinggian z

V_{10} = kecepatan angri pada ketinggian 10 meter

n = faktor yang besarnya tergantung pada kedalaman laut, jarak kedarat dan lama angin bertiup, yang besarnya

sekitar 1/7 sampai 1/13

untuk angin kencang = 1/13

untuk angin yang bertiup secara terus menerus

dilaut terbuka = 1/8

II.4 Pembebanan Akibat Pengaruh Arus

Arus merupakan gerakan air secara horisontal dari suatu tempat ke tempat lain. Banyak penyebab terjadinya arus, antara lain pasang surut, angin, aliran sungai, perbedaan temperatur, dll.

Akibat adanya arus dapat dilihat seperti terjadinya erosi, scouring, pengendapan, mempercepat korosi, mempengaruhi gelombang laut dll.

Menurut T. Ippen (1966), arus dapat dibagi menjadi empat jenis, yaitu :

1. Arus pasang surut (tidal current) yaitu:

arus yang terjadi karena adanya pasang surut astronomis

2. Arus sirkulasi yaitu :

arus yang terjadi karena adanya sirkulasi air laut.

3. Arus karena angin yaitu :

arus yang terjadi karena adanya tekanan tekanan pada permukaan air laut.

4. Arus karena ombak

Untuk analisa bangunan lepas pantai yang perlu diperhatikan adalah arus pasang surut dan arus sebagai akibat dari tiupan angin pada permukaan air (wind drift). Kedua arus ini biasanya dianggap bekerja sama secara horisontal sesuai dengan variasi kedalaman. Untuk tujuan teknik sering diasumsikan bahwa variasi kedalaman dipakai

metode pendekatan sendiri-sendiri

Arus mempunyai empat pengaruh utama yang kita butuhkan untuk mempertimbangkan dalam perhitungan gaya yaitu :

1. Arus akan mempengaruhi kecepatan air dari permukaan gelombang, sehingga karena gaya drag pada silinder adalah proposional dengan kuadrat kecepatan, arus yang cukup kecil pun dapat mempunyai pengaruh yang penting, khususnya didalam kedalaman yang besar. Pengaruh ini sangat penting khususnya bila teori Morison digunakan untuk perhitungan gaya pada silinder
2. Arus juga akan merubah bidang permukaan gelombang amplitudo, permukaan gelombang mungkin berubah dan beberapa gelombang terjal mungkin terjadi.
3. Arus yang mengenai fixed body akan menyebabkan body tersebut menghasilkan standing wave pattern.
4. Pengaruh yang keempat dari pada arus ini adalah vortex shedding. Pusaran-pusaran ini mengalir secara bergantian dari sisi benda (silinder) dengan frekwensi yang berhubungan dengan kecepatan fluida, angka Strohal dan diameter silinder.

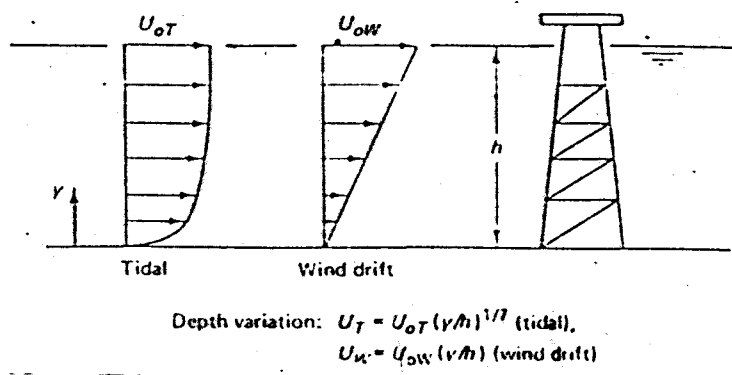
Dari hal diatas dapat disimpulkan bahwa arus akan berpengaruh pada gaya yang diterima oleh anjungan, khususnya jika digabungkan dengan gelombang.

II.4.1 Kecepatan Arus

Data dari arah dan besarnya arus yang disebabkan oleh pasang surut dapat diperoleh dari pengamatan

dilokasi, tetapi untuk arah dan besar arus pada permukaan laut yang disebabkan oleh angin dapat diasumsikan sebesar 1% kecepatan angin pada ketinggian kurang lebih 10 m diatas permukaan air laut. Menurut Dawson (1983) besarnya gaya horisontal yang disebabkan oleh arus dapat diambil 10% dari gaya akibat gelombang.

Kecepatan arus yang digunakan untuk keperluan teknik didekati dengan cara yang berbeda-beda sesuai dengan arus tersebut. Variasi dari kedua arus ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gb.II.1 Distribusi arus tidal dan wind drift.

Metode yang dipakai dalam menghitung kecepatan arus yang sesuai :

a. Untuk arus pasang surut (tidal current) didekati dengan hukum tenaga (Power law).

$$U_T = U_{OT} (y/d)^{1/7} \quad (2.9)$$

dimana ;

U_T = Kecepatan arus pada jarak y dari dasar

U_0 = Kecepatan arus pada permukaan air

y = Jarak dari dasar

d = Kedalaman perairan

b. Untuk arus yang disebabkan oleh angin (wind drift current) didekatidengan hukum linier (Olsen, 1976)

$$U_y = U_0 (y/d) \quad (2.10)$$

dimana:

U_y = Kecepatan arus pada jarak y dari dasar

U_0 = Kecepatan arus pada permukaan

II.4.2 Gaya Arus

Gaya yang ditimbulkan oleh arus ini dapat ditinjau sebagai gaya yang bekerja secara sendiri-sendiri atau gaya yang bekerja secara bersamaan dengan dengan gelombang.

a. Gaya arus yang bekerja secara sendiri-sendiri.

$$F_L = 0.5 \cdot C_L \cdot \rho \cdot U^2 \cdot D \quad (2.11)$$

$$F_D = 0.5 \cdot C_D \cdot \rho \cdot U^2 \cdot D \quad (2.12)$$

dimana,

F_L = gaya angkat perunit panjang

F_D = gaya tahanan (drag) perunit panjang

C_L = koefisien angkat

C_D = koefisien tahanan

ρ = massa jenis fluida

U = kecepatan arus

D = diameter silinder

b. Gaya arus yang bekerja bersama-sama gelombang.

Menurut Hoghen dan Standing (1975), bahwa dengan adanya arus yang bekerja maka terjadi perubahan pada gaya-gaya yang bekerja, sehingga rasio dari pada besarnya gaya tahanan (F_D) dan gaya inersia (F_I) akan berubah, hal ini disebabkan karena adanya pertambahan kecepatan partikel air, sehingga persamaan Morison perlu disesuaikan untuk memperkirakan besarnya gaya secara tepat yaitu :

$$\frac{F_D}{F_I} = \left\{ \frac{C_D * K}{\pi^2 C_m} \right\} \left\{ \frac{1 + U}{U_w} \right\}^2 \quad (2.13)$$

$$K = \frac{U_o T}{D} \quad (2.14)$$

$$U_o = 0.778 U_o^2 (D/y_o)^{0.286} \quad (2.15)$$

dimana:

K = parameter atau angka keulegan-Carpenter

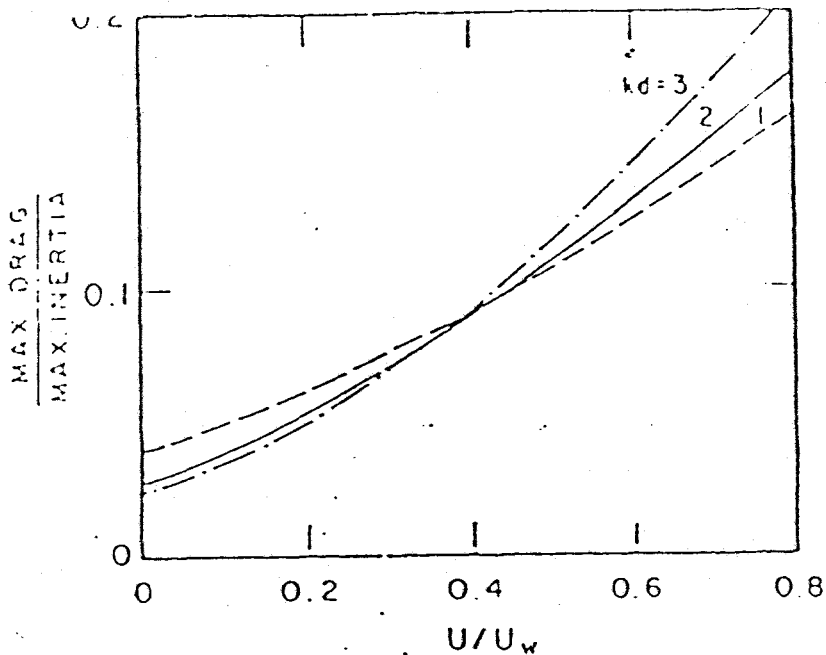
U_o = kecepatan efektif

U_w = kecepatan arus wind drif

Untuk lebih jelasnya lihat gambar II.2 , yang menunjukkan perbandingan F_D/F_I sebagai fungsi kd (depth parameter) dan k diambil sama dengan 1.

Dari persamaan diatas, maka untuk gaya gelombang yang bekerja sama dengan gaya arus adalah:

$$F = 0.5 \rho C_D D (U+V)^2 + \rho C_I \pi D^2 \frac{dU}{dt} \quad (2.16)$$



GB.II.2 Perbandingan F_d/F_i sebagai fungsi k_d

II.5 Beban Gelombang

Beban gelombang merupakan beban lingkungan yang paling besar jika dibandingkan dengan beban arus atau beban angin. Bahkan kadang-kadang jumlah beban arus dan angin masih lebih kecil jika dibandingkan dengan beban gelombang.

Ada tiga parameter pokok yang dapat menentukan pemilihan metode pendekatan atau prosedur perhitungan beban

gelombang yaitu diameter struktur (D), panjang gelombang (λ) dan tinggi gelombang (H).

Ketiga parameter tersebut umumnya dinyatakan dalam bentuk perbandingan, yaitu:

- perbandingan antara geometri struktur (diameter struktur) dengan panjang gelombang (H/λ)
- perbandingan antara tinggi gelombang dengan geometri struktur (H/D)

1. Perbandingan antara diameter silinder dengan panjang gelombang (D/λ) menyatakan ukuran struktur relatif terhadap gelombang yang mengandung pengertian sampai sejauhmana pengaruh struktur tersebut terhadap karakteristik gelombang yaitu sebagai berikut:

- untuk $D/\lambda \leq 0,2$; struktur dianggap kecil jika dibandingkan dengan panjang gelombang. Sehingga geometri struktur tidak tersebut tidak mempengaruhi karakteristik gelombang yang mengenainya. Untuk kasus yang demikian ini, perhitungan gelombang dapat menggunakan teori Morison.

- untuk $D/\lambda > 0,2$; geometri struktur dianggap cukup besar sehingga mempengaruhi karakteristik gelombang datang, yang berarti refleksi dan radiasi dari energi gelombang akibat interaksi antara struktur dan gelombang harus diperhitungkan. Untuk kasus yang demikian, perhitungan beban gelombang tidak dapat menggunakan teori

Morison. Pendekatan yang dipakai adalah teori Difraksi aliran potensial

2. Perbandingan antara tinggi gelombang dengan diameter (H/D) Perbandingan ini berpengaruh pada gaya drag yang timbul, dimana gaya drag pada struktur (silinder) dalam aliran osilasi ditentukan oleh besarnya vortex dan pemisahan aliran yang timbul dibelakang struktur.

-. untuk $H/D < 1,5$; diameter orbit partikel yang terjadi juga kecil. Ini berarti bahwa aliran searah yang timbul juga kecil, sehingga tidak mampu untuk menimbulkan pemisahan aliran maupun vortex. Dalam hal ini gaya drag yang terjadi sangat kecil sehingga gaya tang mendominasi adalah gaya inertia. Untuk kasus seperti ini, pendekatan yang biasanya dipakai adalah teori difraksi.

-. untuk $H/D > 8$; maka panjang aliran searah yang timbul besar, sehingga dibelakang struktur aliran tersebut mengalami pemisahan dan timbul vortex, Dalam kondisi seperti ini gaya drag yang timbul adalah besar. Untuk kasus ini pendekatan yang digunakan dalam menghitung beban gelombang adalah Morison. Dari uraian diatas dapat disederhanakan dalam bentuk tabel.

H/D	D/λ	
	<0.2	>0.2
>8.0	Daerah dominasi drag. Perhitungan umumnya dilakukan dengan menggunakan teori Morison dengan koefisien C_m dan C_d yang telah dipublikasikan	
$1.5 < H/D < 8.0$	Daerah transisi antara drag dan inersia. Teori Morison dapat dipakai, tetapi harga C_m dan C_d tidak dapat diandalkan	
≤ 1.5	Daerah dominasi inersia, Morison ataupun difraksi dapat dipakai	Memakai teori difraksi

Untuk studi ini mengambil data dari platform LWA yang berada diselat malaka, data-data yang diperlukan untuk perhitungan gaya gelombang adalah :

- * Diameter silinder (D) : 34 inc
- * Tinggi gelombang (H) : 6.5 ft
- Storm condition : 6.5 ft
- Operating condition : 4.8 ft

* Periode gelombang (T)

Storm condition : 5.0 secs

Operating condition : 4.0 secs

* Panjang gelombang (λ) : 40,9 M

* Untuk storm condition :

$$H/D = 1,74$$

$$d/gT^2 = 0,14$$

$$H/gT^2 = 0,0093$$

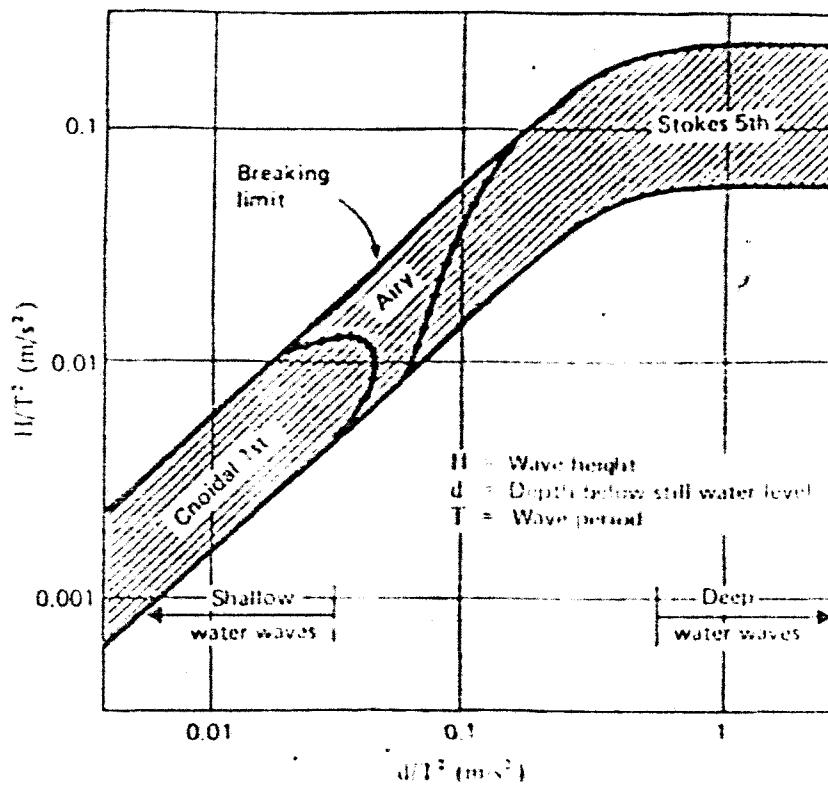
* Untuk operating condition :

$$H/D = 2,36$$

$$D/gT^2 = 0,087$$

$$H/gT^2 = 0,0007$$

Dari perhitungan diatas maka dapat dilihat pada diagram Region of Validity bahwa teori gelombang yang dipakai adalah Stoke orde lima dan perhitungan beban gelombang dilakukan dengan teori Morison.



Grafik 11.3 Region of validity (Chakrabarti, 1987)

11.5.1 Teori Morison

Beban gelombang yang bekerja pada konstruksi anjungan yang berdasarkan teori Morison merupakan penjumlahan gaya drag dan gaya inersia.

Gaya drag terkait dengan energi kinetik air yang merupakan fungsi dari percepatan air.

Pernyataan diatas dapat ditulis dalam bentuk :

Tugas Akhir (TL 1701)

* Vertikal

$$w = \frac{\partial \phi}{\partial z}$$

Velocity potensial :

$$\begin{aligned} \phi = & (\lambda^2 A_{11} + \lambda^3 A_{13} + \lambda^5 A_{15}) \cosh kS \sin \theta + (\lambda^2 A_{22} + \\ & \lambda^4 A_{24}) \cosh 2kS \sin 2\theta + (\lambda^3 A_{33} + \lambda^5 A_{35}) \cosh 3kS \\ & \sin 3\theta + \lambda^4 A_{44} \cosh 4kS \sin 4\theta + \lambda^5 A_{55} \cosh 5kS \sin 5\theta \end{aligned}$$

Surface elevation :

$$\begin{aligned} \eta = & \lambda \cos \theta + (\lambda^2 B_{22} + \lambda^4 B_{24}) \cos 2\theta + (\lambda^3 B_{33} + \lambda^5 B_{35}) \\ & \cos 3\theta + \lambda^4 B_{44} \cos 4\theta + \lambda^5 B_{55} \cos 5\theta \end{aligned}$$

$$kK = \lambda^2 C_3 + \lambda^4 C_4$$

$$kC^2 = g \tanh kd (1 + \lambda^2 C_1 + \lambda^4 C_2)$$

Apabila ,

$$s = \sinh kd$$

$$c = \cosh kd$$

$$Co^2 = \tanh kd$$

maka koefisien-koefisien stoke dapat ditulis sebagai berikut :

$$A_{11} = 1/s$$

$$A_{13} = \frac{-c^2 (5c^2 + 1)}{8s^2}$$

$$a_c = 18 - 249c^2$$

$$A_{15} = \frac{-(1184^{10} - 1440c^8 - 1992c^6 + 2641c^4 + a_c)}{1536s^{11}}$$

$$A_{22} = 3/8s^4$$

$$A_{24} = \frac{192c^8 - 424c^6 - 312c^4 + 480^2 - 17}{768^{10}}$$

$$A33 = \frac{13 - 4c^2}{64s^7}$$

$$ac = 512c^{12} + 4224c^{10}$$

$$A35 = \frac{ac - 6800c^6 - 12808c^8 + 16704c^4 - 3154c^2 + 107}{4096s^{13} (6c^2 - 1)}$$

$$A44 = \frac{80c^6 - 816c^4 + 1338c^2 - 197}{1536s^{10} (6c^2 - 1)}$$

$$ac5 = 163470c^2 - 16245$$

$$A55 = - \frac{(2880c^{10} - 72480c^8 + 324000c^6 - 432000c^4 + ac5)}{61440s^{11} (6c^2 - 1) (8c^4 - 11c^2 + 3)}$$

$$B22 = \frac{(2c^2 + 1)c}{4s^3}$$

$$B24 = \frac{c (272c^8 - 504c^6 - 192c^4 + 322c^2 + 21)}{384s^9}$$

$$B33 = \frac{3 (8c^6 + 1)}{64s^6}$$

$$bc = 88128c^{14} - 208224c^{12} + 70848c^{10}$$

$$B35 = \frac{bc + 54000c^8 - 21816c^6 + 6264c^4 - 54c^2 - 81}{12288s^{12} (6c^2 - 1)}$$

$$B44 = \frac{c (768c^{10} - 448c^8 - 48c^4 + 106c^2 - 21)}{384s^9 (6c^2 - 1)}$$

$$bc5 = 192000c^{16} - 262720c^{14} + 83680c^{12} + 20160c^{10}$$

$$B55 = \frac{bc5 - 7280c^8 + 7160c^6 - 1800c^4 - 1050c^2 + 225}{12288s^{10} (6c^2 - 1)(8c^4 - 11c^2 + 3)}$$

$$C1 = \frac{8c^4 - 8c^2 + 9}{8s^4}$$

$$cc = 3840c^{12} - 4096c^{10}$$

$$C7 = \frac{cc + 2592c^8 - 1008c^6 + 5944c^4 - 1830c^2 + 147}{512s^{10} (6c^2 - 1)}$$

$$C3 = -1/4sc$$

$$C4 = \frac{12c^8 + 36c^6 - 182c^4 + 141c^2 - 27}{192cs^9}$$

Untuk mendapatkan harga lamda (λ), digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\pi H}{d} = \frac{L}{d} \left[\lambda + \lambda^3 B33 + \lambda^5 (B35 + B55) \right]$$

$$\frac{d}{L_0} = \frac{d}{L} \tanh \left(2\pi \frac{d}{L} \right) (1 + \lambda^2 C1 + \lambda^4 C2)$$

dimana,

$$L_0 = gT^2 / (2\pi)$$

$$F1 = \lambda A11 + \lambda^3 A13 + \lambda^5 A15$$

$$F2 = \lambda^2 A22 + \lambda^4 A24$$

$$F3 = \lambda^3 A33 + \lambda^5 A35$$

$$F4 = \lambda^4 A44$$

$$F5 = \lambda^5 A55$$

Percepatan partikel :

* Horizontal

$$u = C \sum_{n=1}^5 n F_n \cos n\theta \cosh nkS$$

* Vertikal

$$w = C \sum_{n=1}^5 n F_n \cos n\theta \sinh nkS$$

Diferensial persamaan percepatan partikel diatas terhadap waktu menghasilkan percepatan partikel lokal :

$$\frac{\partial u}{\partial t} = kc^2 \sum_{n=1}^5 n^2 F_n \sin n\theta \cosh nkS$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} = -kc^2 \sum_{n=1}^5 n^2 F_n \cos n\theta \sinh nkS$$

Percepatan partikel horisontal absolut diberikan oleh :

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial s}$$

dimana,

$$\frac{\partial u}{\partial x} = -kC \sum_{n=1}^5 n^2 F_n \sin n\theta \cosh nkS$$

$$\frac{\partial u}{\partial s} = kc \sum_{n=1}^5 n^2 F_n \cos n\theta \sinh nkS$$

Percepatan partikel vertikal absolut :

$$\frac{\partial w}{\partial t} = \frac{\partial w}{\partial t} + w \frac{\partial w}{\partial s} + u \frac{\partial w}{\partial x}$$

dimana,

$$\frac{\partial w}{\partial s} = -kC \sum_{n=1}^5 n^2 F_n \sin n\theta \cosh nkS$$

$$\frac{\partial w}{\partial x} = kC \sum_{n=1}^5 n^2 E_n \cos n\theta \sinh nkS$$

II.7 Iterasi NEWTON - RAPSHON

Dalam menghitung kecepatan dan percepatan dengan menggunakan teori stoke orde lima, maka diperlukan teori iterasi untuk menghitung lamda (λ). Teori yang akan digunakan disini adalah teori iterasi Newton - Rapshon.

Formula Newton - Rapshon dapat ditulis sebagai berikut:

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}$$

dimana,

x_{i+1} = harga pendekatan akar yang akan dicari

x_i = harga pendekatan akar mula-mula

$f(x_i)$ = fungsi dari x_i

$f'(x_i)$ = turunan pertama dari $f(x_i)$

Dalam memperhitungkan iterasi dengan Newton - Rapshon hal yang perlu diperhatikan adalah terjadinya divergensi pada proses iterasi yang akan memberikan harga

negatif. Bila terjadi divergensi, maka harga pendekatan akar mula-mula harus diganti . Oleh karena itu dalam proses iterasi ini harus diperiksa dahulu apakah terjadi divergensi ataukah konvergensi.

II.7 Efek Pada Pipa Berjajar

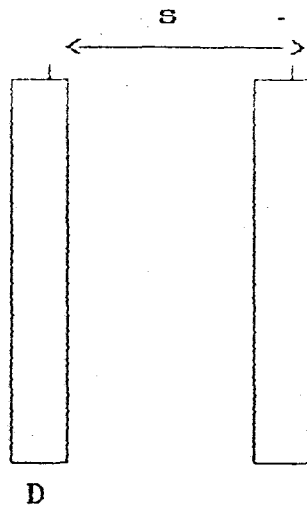
Jika gelombang mengenai suatu struktur, maka efek atau pengaruh gelombang ini masih bisa dirasakan oleh struktur yang berjajar dibelakangnya , Jika jarak struktur ini cukup dekat. Dari eksperimen yang dilakukan ditangki percobaan diperoleh gambaran bahwa efek gelombang ini masih ada pengaruhnya jika $S/D \leq 5$.

Pernyataan diatas penting untuk memperhitungkan beban gelombang yang diterima oleh struktur. Pada Tugas Akhir ini diketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} S \text{ (jarak terpendek diantara kaki) } &= 40 \text{ ft} \\ &= 12.192 \text{ m} \\ D \text{ (diameter kaki Jacket) } &= 34 \text{ inc} \\ &= 0.86 \text{ m} \end{aligned}$$

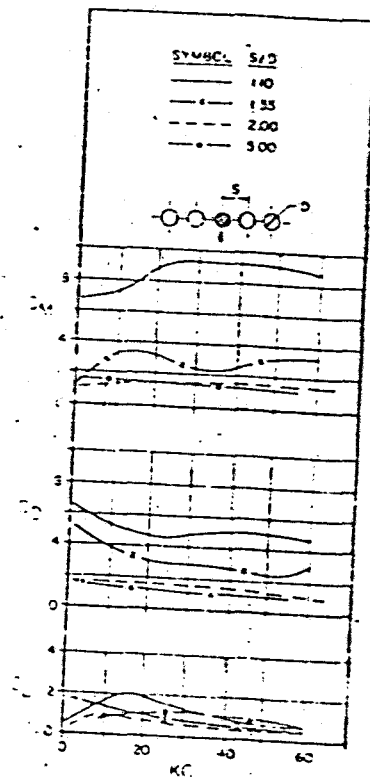
$$\begin{aligned} \frac{S}{D} &= \frac{12.192}{0.86} \\ &= 14.2 \end{aligned}$$

Karena $S/D = 14.2 \geq 5$, maka pengaruh gelombang pada pipa berjajar tidak perlu diperhitungkan.



Gb.2.2 Efek Gelombang Pada Pipa Berjajar.

Dibawah ini adalah grafik hubungan CM, CD dan CL dengan KC dari hasil percobaan.



Grafik 2.4

BAB III
PERHITUNGAN PEMBEBANAN
PADA JACKET

Untuk mengetahui besarnya beban yang terjadi pada struktur maka perlu dilakukan perhitungan pembebanan .
Beban-beban yang akan dihitung pada bab ini adalah :

1. Beban struktur atas
2. Beban karena arus
3. Beban karena angin
4. Beban karena gelombang

III.1 Beban Struktur Atas

Besarnya beban yang diterima struktur jacket dari struktur bangunan atas telah diketahui sebagai data awal.
Beban - beban tersebut adalah :

1. Berat mati dari deck	1.0324 MN
2. Beban hidup dan perlengkapan	1.2234 MN
3. Beban rig	9.575 MN
4. Beban - beban lain	1.0931 MN
TOTAL	12.9239 MN

III.2.PERHITUNGAN BEBAN KARENA ARUS

Pada perhitungan beban karena arus diperlukan harga C_D dan C_L . Dalam kajian ini harga C_D dan C_L ditentukan menurut grafik 3.1 dan 3.2 yang merupakan fungsi dari angka reynold.

$$Re = \frac{D \times V}{\nu} \quad (3.1)$$

dimana,

D = diameter silinder

V = kecepatan arus

ν = viskositas fluida

sehingga jika

$$D = 0.84 \text{ m}$$

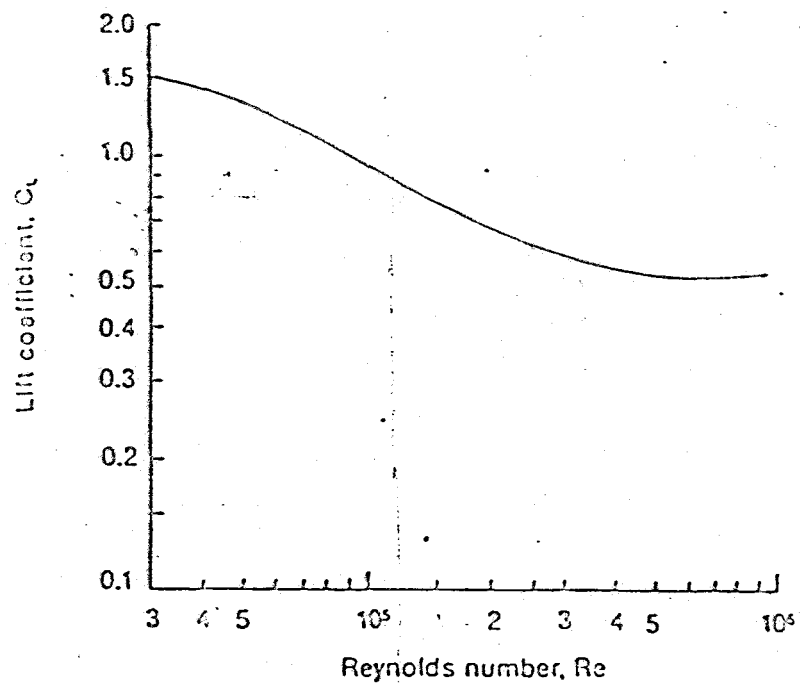
$$V = 2.6 \text{ m/det}$$

$$\text{pada temperatur } 20^\circ \nu = 1.05 \times 10^{-6}$$

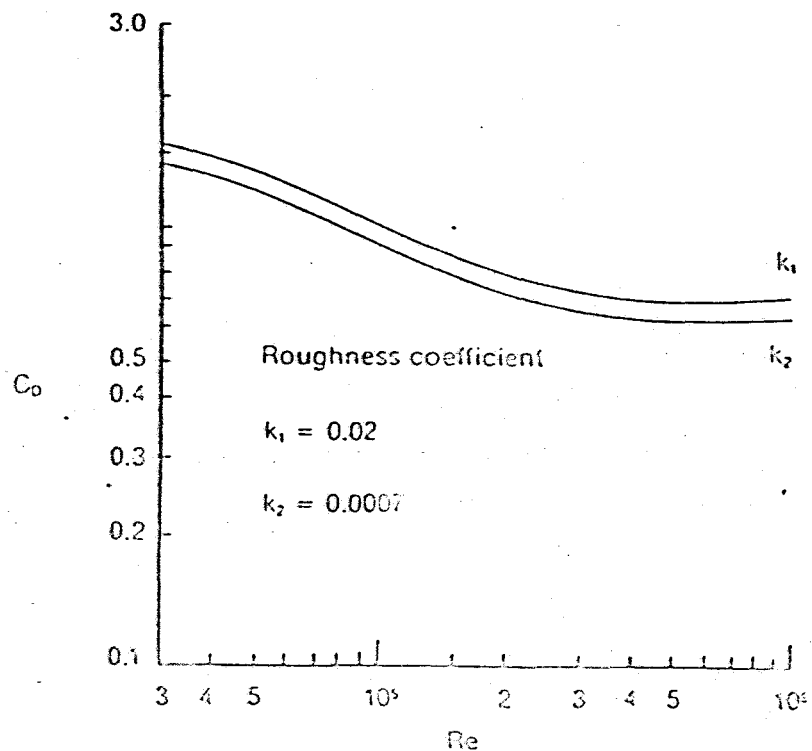
$$\rho = 1025$$

sehingga :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{2.6 \times 0.84}{1.05 \times 10^{-6}} \\ &= 2.08 \times 10^6 \end{aligned}$$



Grafik.3.1



Grafik 3.2

Dari grafik didapat harga $C_D = 0.78$

$$C_L = 0.65$$

Data arus yang diketahui pada studi kasus ini hanya pada kedalaman 34.5 ft dan 13 ft dari dasar dan besarnya kecepatan arus masing-masing adalah 2.4 m/s dan 2.0 m/s. Sehingga untuk mencari besarnya arus pada kedalaman tertentu digunakan dalil power law seperti persamaan (2.9).

Sedangkan persamaan gaya arus yang digunakan adalah (2.11) (2.12), yaitu gaya arus yang bekerja secara sendiri-sendiri bukan gaya arus yang bekerja sama dengan dengan gelombang, karena pada perairan dimana platform berada arus timbul karena adanya pasang surut air pada waktu yang relatif singkat.

Data-data yang diperlukan untuk menghitung beban arus :

Kedalaman perairan = 21.34 m

Diameter silinder = 0.84 m

Massa jenis fluida = 1025 kg/m^3

Koef.drag = 0.78

Koef.lift = 0.65

Kecepatan arus pada kedalaman y dari dasar :

0 % = 1.8 m/det

10% = 1.87 m/det

20%	= 2.06 m/det
30%	= 2.2 m/det
40%	= 2.28 m/det
50%	= 2.25 m/det
60%	= 2.41 m/det
70%	= 2.47 m/det
80%	= 2.52 m/det
90%	= 2.58 m/det
100%	= 2.6 m/det

Pada perhitungan ini digunakan program Fortran untuk menyelesaikan perhitungan. Out put dapat dilihat pada lampiran.

Total gaya drag = 38.945,52 N

Total gaya lift = 32.454,610 N

III.3. PERHITUNGAN BEBAN ANGIN

Pada tugas akhir ini besarnya beban karena angin yang terjadi pada struktur platform telah diketahui sebagai data awal.

Untuk perhitungan yang telah dilakukan digunakan persamaan (2.4), yaitu:

$$F = 0.00256(V)^2 C_s A$$

Kecepatan angin gust diambil 50 Mph dan $C_s = 1$ (untuk semua luas proyeksi dari platform)

Dibawah ini adalah hasil perhitungan total gaya angin :

Untuk arah angin 0° , $F = 21$ Kips

Untuk arah angin 77° , $F = 56$ Kips

Untuk arah angin 90° , $F = 52.5$ Kips

Untuk arah angin 127° , $F = 55$ Kips

Untuk kondisi badai :

Gaya angin horisontal : 140.510 N

Gaya angin vertikal : 140.500 N

III.4.PERHITUNGAN BEBAN KARENA GELOMBANG

Dari out put yang didapat dari program, dapat diketahui bahwa besarnya total gaya maximum horisontal :

$$F_x = 7.296.261 \text{ N}$$

Sedang besarnya total gaya maximum vertikal :

$$F_y = 3.289.818,466 \text{ N}$$

III.5.PERHITUNGAN GAYA BOUYANCY

Untuk setiap benda yang tercelup dalam air maka akan mempunyai gaya bouyancy yang besarnya dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$F_b = 4 \rho g \pi h a^2$$

dimana,

ρ = massa jenis air laut

g = gravitasi

h = kedalaman

a = jari-jari kaki

sehingga F_b dapat dihitung seperti dibawah ini;

$$\begin{aligned} F_b &= 4 \times 1025 \times 9.81 \times 21.34 \times 0.4318^2 \\ &= 160.034,109 \text{ N} \end{aligned}$$

III.6. PERHITUNGAN BEBAN TOTAL

* Total gaya horisontal :

gaya horisontal dari arus	:	38.945,5200	N
gaya horisontal dari gelombang	:	7.296.261	N
gaya horisontal dari angin	:	140.510	N

* Total gaya vertikal :

gaya berat struktur	:	(+) 12.923.900	N
gaya vertikal dari angin	:	(+) 140.500	N
gaya lift	:	(-) 32.454,610	N
gaya bouyancy	:	(-) 160.034,109	N

sehingga total gaya vertikal:

$$\begin{aligned} F_v &= 12.923.900 + 140.500 - 32.454,610 - 160.034,109 \\ &= 12.871.941 \text{ N} \end{aligned}$$

BAB IV

PONDASI

Tanah pada umumnya diklasifikasikan berdasarkan besarnya partikel dan plastis atau non plastisnya tanah tersebut dalam hubungannya dengan air.

Menurut Sunggono K.H(1981), ada tiga katagori utama untuk tanah didasar laut yaitu pasir, lempung dan lanau (silt). Pasir merupakan tanah non plastis yang mempunyai ukuran partikel antara 0,2 inch (5,08 mm) sampai 0,003 inch(0,08 mm) Lempung dikarakteristikkan sebagai tanah plastis yang mempunyai ukuran partikel kurang dari 0,003 inch .Katagori tanah ketiga tanah yang cukup penting dalam lingkungan laut adalah lanau. Tanah ini bersifat non plastis dengan ukuran partikel kurang dari 0,003 inch.

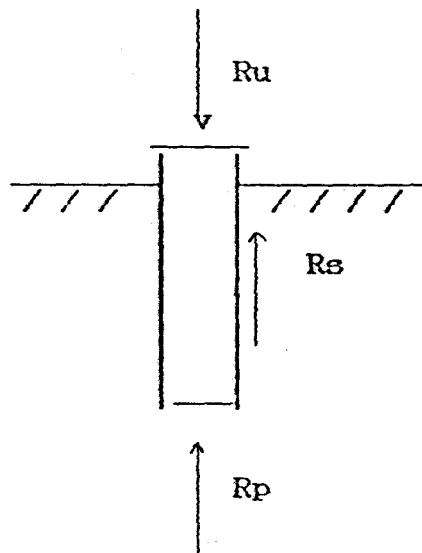
Sebagian besar sedimen didasar laut terdiri atas campuran ketiga tipe tanah diatas , tetapi untuk tujuan teknis, sedimen secara umum diklasifikasikan sebagai lempung atau pasir tergantung pada keadaan plastis atau non plastis.

Ruang- ruang kosong atau pori diantara partikel tanah pada lapisan tanah yang berada didasar laut ataupun dibawahnya biasanya diasumsikan semua terisi oleh air. Sehingga tekanan total pada setiap titik dalam massa tanah yang jenuh dapat dianggap sebagai jumlah dari

tekanan yang ditimbulkan oleh partikel tanah dan tekanan yang ditimbulkan oleh air pori.

VI.1 Daya dukung tanah

Besarnya kapasitas tiang pancang ultimate atau daya dukung tanah dapat dihitung sebagai berikut:



$$R_u = R_p + R_s \quad (4.1)$$

dimana,

R_u = daya dukung ultimate

R_p = daya dukung pada ujung tiang

R_s = daya dukung pada sekeliling tiang

(akibat lekatan dan gesekan tanah pada sekeliling tiang)

IV.1.1 Daya Dukung Pada Ujung Tiang

Penentuan daya dukung ujung tiang (R_p) dapat diestimasikan dengan formula sebagai berikut:

$$R_p = [c N_c + \sigma_v (N_q - 1) A] \quad (4.2)$$

dimana,

c = kohesi tanah, apabila $\phi = 0$ maka $c = S_u$

A = luas penampang

N_c & N_q = faktor daya dukung yang harganya dapat dilihat pada grafik

σ_v = tegangan efektif vertikal sampai dengan kedalaman dasar tiang

Apabila tanahnya tak mempunyai sudut geser ($\phi = 0$), maka dari grafik akan didapat harga $N_q = 1$, sehingga persamaan diatas menjadi :

$$R_p = [c N_c + \sigma_v (1 - 1) A]$$

$$R_p = [c N_c A] \quad (4.3)$$

IV.1.1 Daya Dukung Pada Sekeliling Tiang

Daya dukung pada sekeliling tiang dapat diestimasikan dengan formula sebagai berikut:

$$R_s = K (C + \sigma_v K_s \tan \theta) \quad (4.4)$$

dimana ,

K = luas selimut tiang

C = kohesi tanah

θ = sudut geser antara tanah dengan tiang ($2/3 \phi$)

K_s = koefisien tekanan tanah

$$= \tan^2 (45 - \phi/2)$$

σ_v = tegangan tanah efektif vertikal

Apabila jenis tanah lempung ($\phi = 0$), maka akan didapat:

$$R_s = K C \quad (4.5)$$

$$C = S_u$$

Apabila jenis tanahnya pasir ($C = 0$), maka besarnya daya dukung sekeliling tiang menjadi :

$$R_s = K \sigma_v K_s \tan \theta$$

dimana,

K_s = dapat ditentukan dari grafik

$$\sigma_v = \gamma H$$

γ = ultimate weigh

= berat

volume

H = kedalaman pondasi yang ditinjau

IV.1.3 Perhitungan Daya Dukung Tanah Pada Pile Berkelompok

Menurut Terzaghi dan Peck (1948), daya dukung batas dari tiang berkelompok yang free standing group adalah merupakan haraga terkecil dari :

1. Penjumlahan dari daya dukung batas untuk tiap-tiap tiang dimana,

$$Q_{u''} = n (Q_u \eta) \quad (4.6)$$

$Q_{u''}$ = daya dukung batas tiang kelompok yang free standing group

Q_u = daya dukung satu tiang yang berdiri sendiri

n = jumlah tiang dalam group

η = efisiensi

$$\eta = 1 - \left[\frac{\xi \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right]}{90^\circ} \right] \quad (4.7)$$

dimana,

- m = jumlah baris
- n = jumlah tiang dalam satu baris
- ξ = arc tan (d/s), dalam derajat
- d = diameter tiang
- s = jarak tiang dari pusat ke pusat

IV.1.3.1 Daya Dukung Dari Tiang Berkelompok yang Mempunyai Ukuran Br x Lr

$$Q_{u''} = (Br Lr) C N_c + 2 (Br Lr) L \bar{C} \quad (4.8)$$

dimana,

- L = panjang tiang
- C = kohesi tanah pada ujung tiang kelompok
- \bar{C} = harga kohesi rata-rat dari permukaan tanah sampai dengan kedalaman tiang
- N_c = faktor daya dukung tanah dibawah ujung tiang

IV.2 Piled Fondation

Daya dukung dari piled fondation merupakan harga

terkecil dari :

1. Daya dukung batas dari kelompok tiang yang free standing group ditambah dengan daya dukung batas dari poor

yang berada pada sebelah luar dari kelompok tiang :

$$Q_{u''} = \left[(Br \ Lr) C \ N_c + 2 (Br \ Lr) L \ \bar{C} \right] + \left[(Bc \ Lc) - (Br \ Lr) C_c \ N_{cc} \right] \quad (4.9)$$

dimana,

N_c = faktor daya dukung tanah dibawah tiang

Br = lebar kelompok tiang

Lr = panjang kelompok tiang

C = kohesi tanah dibawah ujung tiang

L = panjang tiang

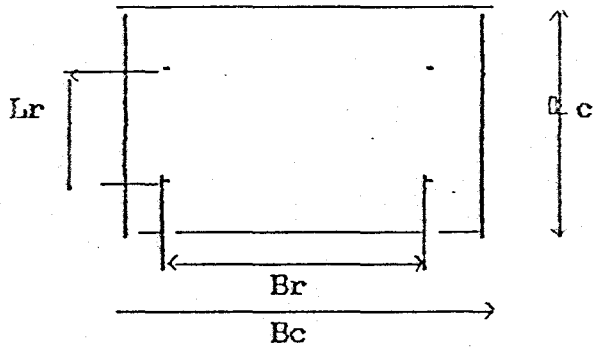
\bar{C} = kohesi rata-rata sepanjang tiang

Bc = lebar poor

Lc = panjang poor

C_c = kohesi tanah di bawah

N_{cc} = faktor daya dukung tanah dibawah poor



Gb.4.2

IV.2.1 Daya Dukung Batas Dari Tiap - Tiap Tiang Ditambah
Dengan Daya Dukung Batas Dari poor Yang berada
Diantara Tiang :

$$Q_{ult} = \left[n \{ (\bar{C} K + A C N_c) \} \right] + \left[C_c N_{cc} (B_c L_c - n A) \right] \quad (4.10)$$

dimana,

- n = jumlah tiang
- \bar{C} = kohesi rata-rata sepanjang tiang
- K = luas selimut tiang
- A = luas penampang tiang
- C = kohesi tanah dibawah tiang
- N_c = faktor daya dukung tanah dibawah ujung tiang
- C_c = faktor daya dukung tanah dibawah poor
- N_{cc} = faktor daya dukung dibawah poor
- B_c = lebar poor
- L_c = panjang poor

η = efisiensi

Menurut DnV (1977):

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad d \quad (4.11)$$

$$N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \tan \phi \quad d \quad (4.12)$$

sedang harga N_c , N_q dan N_γ dapat dilihat pada tabel 4.1

IV. 3 Kekuatan Pondasi Tiang terhadap Tarikan (P_u)

Pondasi dari bangunan yang mengalami / menerima beban momen yang sangat besar seperti ,tower transmisi dll akan mengalami daya tarik cukup kuat .Kekuatan satu tiang untuk menerima tarikan adalah :

$$P_u = C K + W \quad (4.12)$$

dimana,

C = kohesi rata -rata dari tanah sepanjang tiang

K = luas selimut tiang

W = berat tiang

IV.4. Kekuatan pondasi tiang dalam menerima beban horisontal

Rumus umum untuk menghitung kekuatan tiang dalam menerima beban horisontal yang diperkenalkan oleh Brinch Hansen (1961, menurut diktat kuliah Pondasi) adalah sebagai berikut:

$$P_{un} = q K_q + C K_c \quad (4.13)$$

dimana ,

P_{un} = kekuatan batas dari tiang untuk menerima beban horisontal

q = tekanan tanah vertikal sampai dengan kedalaman tiang

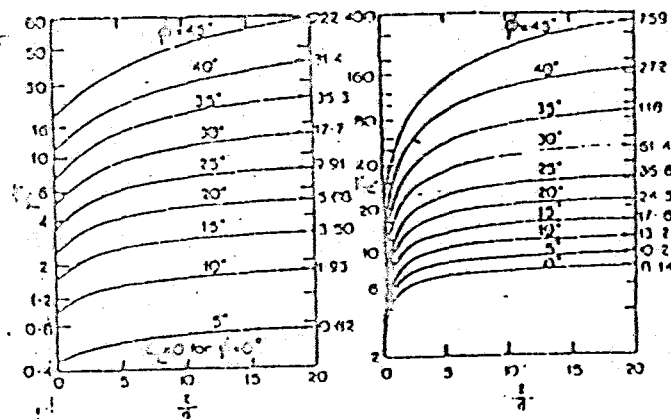
K_c & K_q = faktor yang merupakan fungsi dari ϕ dan z/d

z = diameter tiang

d = jarak dari muka tanah sampai dengan kedalaman yang ditinjau

ϕ_d	Degrees	N_c	N_q	N_γ	
				Caquot and Kerisel /4/	Brinch-Hansen /1/
0		5.14	1.00	0.00	0.00
1		5.38	1.09	0.07	0.00
2		5.63	1.20	0.15	0.01
3		5.90	1.31	0.24	0.02
4		6.19	1.43	0.34	0.05
5		6.49	1.57	0.45	0.07
6		6.81	1.72	0.57	0.11
7		7.16	1.88	0.71	0.16
8		7.53	2.06	0.86	0.22
9		7.92	2.25	1.03	0.30
10		8.35	2.47	1.22	0.39
11		8.80	2.71	1.44	0.50
12		9.28	2.97	1.69	0.63
13		9.81	3.26	1.97	0.78
14		10.37	3.59	2.29	0.97
15		10.98	3.94	2.65	1.18
16		11.63	4.34	3.06	1.43
17		12.34	4.77	3.53	1.73
18		13.10	5.26	4.07	2.08
19		13.93	5.80	4.68	2.48
20		14.83	6.40	5.39	2.95
21		15.82	7.07	6.20	3.50
22		16.88	7.82	7.13	4.13
23		18.05	8.66	8.20	4.88
24		19.32	9.60	9.44	5.75
25		20.72	10.66	10.88	6.76
26		22.25	11.85	12.54	7.94
27		23.94	13.20	14.47	9.32
28		25.80	14.72	16.72	10.94
29		27.86	16.44	19.34	12.84
30		30.14	18.40	22.40	15.07
31		32.67	20.63	25.99	17.96
32		35.49	23.18	30.22	20.79
33		38.64	26.09	36.19	24.44
34		42.16	29.44	41.06	28.77
35		46.12	33.30	48.03	33.92
36		50.59	37.75	56.31	40.05
37		55.63	42.92	66.19	47.38
38		61.35	48.93	78.03	56.17
39		67.87	55.96	92.25	66.75
40		75.31	64.20	109.41	79.54
41		83.86	73.90	130.22	95.05
42		93.71	85.37	155.54	113.95
43		105.11	99.01	186.54	137.10
44		118.37	115.31	224.64	165.58
45		133.88	134.87	271.76	200.81

Tabel 4.1 Harga N_c , N_q dan N_γ



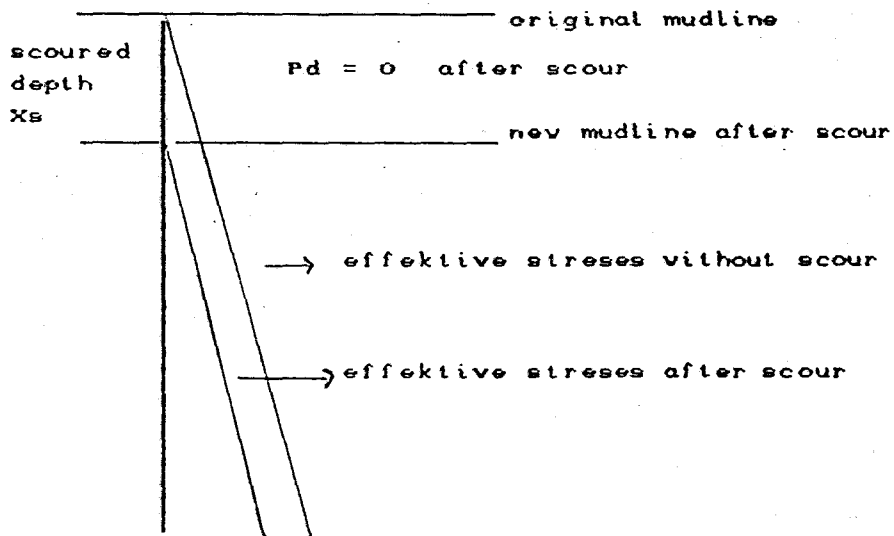
Grafik 4.1 faktor Tahanan lateral K_q dan K_c

IV.5. Pengaruh Scour terhadap daya dukung tanah

Scour akan menyebabkan berkurangnya tekanan lateral seiring bertambahnya kedalaman scour .

Scour juga akan mengurangi effective stress (P_o'), hal ini

dapat dilihat pada gambar 6.2. Pada tanah yang berupa pasir, harga parameter K_1 dan design lateral resistance juga akan berkurang.



Gb.4.3 Modifikasi Tekanan karena pengaruh scour

IV.6 Menghitung Besarnya Beban Yang Harus Diterima Oleh Tiap - Tiap Tiang Pancang.

Untuk mengetahui kestabilan struktur maka perlu juga melihat kekuatan dari tiang pancang, diantaranya adalah

besarnya beban vertikal yang disangga oleh tiang pancang, pengaruh momen terhadap tiang pancang.

IV.6.1 Beban Vertikal Yang Eksentris.

$$* m_x = V e_y \quad (4.14)$$

$$* m_y = V e_x \quad (4.15)$$

dimana,

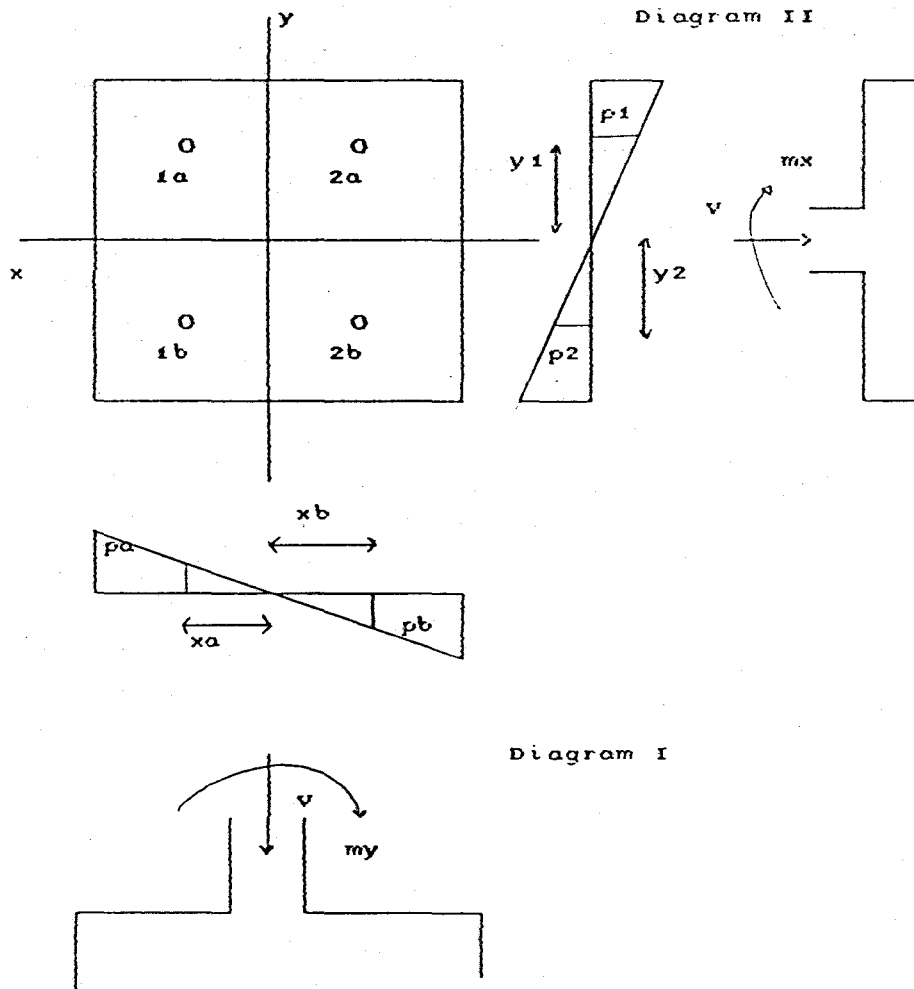
V = beban vertikal

e_x = eksentrisitas terhadap sumbu x

e_y = eksentrisitas terhadap sumbu y

m_x = momen terhadap sumbu y

m_y = momen terhadap sumbu x



Gb.4.4

IV.6.2 Beban Tiang Akibat My

Momen luar my harus diimbangi dengan momen dalam md
atau $m_y = m_d$

lihat diagram I :

$$m_d = P_a X_a + P_b X_b \quad (4.16)$$

$$\frac{X_b}{X_a} = \frac{P_b}{X_a} \longrightarrow P_b = \frac{P_a X_b}{X_a} \quad (4.17)$$

$$P_a = \frac{m_y X_a}{X_a + X_b} \quad (4.18)$$

$$P_b = \frac{m_y X_b}{X_a + X_b} \quad (4.19)$$

IV.6.3 Beban Tiang Akibat Mx

Dengan cara yang sama dengan diatas, didapat :

$$P_1 = \frac{m_x Y_1}{Y_1 + Y_2} \quad (4.20)$$

$$P2 = \frac{m_x Y2}{Y1 + Y2} \quad (4.21)$$

IV.6.4 Beban Tiang Akibat V, m_x dan m_y

$$P1a = \frac{V}{m} - \frac{m_y Xa}{Xa + Xb} + \frac{m_x Y1}{Y1 + Y2} \quad (4.22)$$

$$P1b = \frac{V}{m} - \frac{m_y Xa}{Xa + Xb} - \frac{m_x Y1}{Y1 + Y2} \quad (4.23)$$

$$P2a = \frac{V}{m} + \frac{m_y Xb}{Xa + Xb} + \frac{m_x Y2}{Y1 + Y2} \quad (4.24)$$

$$P2b = \frac{V}{m} + \frac{m_y Xb}{Xa + Xb} + \frac{m_x Y2}{Y1 + Y2} \quad (4.25)$$

Beban yang diterima oleh masing - masing tiang tersebut dicek dengan kekuatan daya dukung dari tiap - tiap tiang (Q ijin).

Apabila beban yang diterima oleh tiap - tiap tiang adalah lebih besar dari Q ijin tiang maka :

* Jumlah tiang harus ditambah atau

* panjang tiang harus ditambah .

BAB V

SCOUR PADA STRUKTUR JACKET

Satu aspek penting dari aliran fluida yang melalui sebuah struktur yang dipancang didasar laut adalah pengaruhnya didaerah sekitar kaki struktur, menurut Brebbia dan walker (1979) pengaruh aliran dibatasi oleh :

1. Jumlah dari fluida yang dipindahkan oleh struktur.
2. Kondisi alam didasar laut dimana struktur itu berdiri

Semakin besar struktur maka semakin besar pula kerusakan/gangguan yang terjadi pada aliran fluida ,serta berkurangnya kohesi pada material dasar laut akan menyebabkan scour sebagai akibat dari aliran .

Scour dapat ditimbulkan dari dua sumber yaitu :

1. Gaya atau aksi gelombang pada dasar struktur.
2. Karena pengaruh arus.

Pada yang pertama hal ini menjadi sangat penting bagi struktur yang berada diperairan dangkal atau ombak yang sangat panjang.

Gelombang-menimbulkan scour didalam kenyataan menjadi sangat penting karena beban cyclic alaminya , seperti gaya

gelombang osilasi pada struktur yang mungkin akan menyebabkan dasar laut dibawah pondasi menjadi lemah.

Scour merupakan proses geologi yang wajar atau dapat terjadi karena interupsi bagian konstruksi anjungan terhadap daerah aliran alami dekat dasar laut (BKI 1991).

Pasir atau endapan lumpur sangat mudah mengalami penggerusan (scour). Scour dapat menyebabkan hilangnya daya dukung vertikal dan lateral pondasi. Untuk pondasi telapak (mat fondation), hilangnya daya dukung demikian itu dapat menyebabkan turunnya pondasi dan menimbulkan tegangan yang berlebihan terhadap elemen pondasi. Jika daerah yang dimaksud diperkirakan mungkin dapat mengalami penggerusan, maka dalam perencanaan harus diperhitungkan.

V.1 Teori Dasar tentang Scouring

Di air dalam profil gelombang di laut mendekati sinusoidal. Pada waktu gelombang masuk di air dangkal, gelombang tersebut mengalami perubahan bentuk. Mulai pertama kali merasakan pengaruh dasar pada kedalaman kira-kira $1/2$ dari panjang gelombang dilaut dalam dan akan menjadi besar pengaruhnya pada $1/4$ dari panjang gelombang dilaut dangkal. Kecepatan dan panjang gelombang berangsur-angsur berkurang dan tinggi gelombang bertambah, hanya periode gelombang yang konstan.

Tinggi maksimum gelombang yang menjalar diperairan dalam dibatasi oleh kemiringan gelombang maksimum yang mana bentuk gelombang tetap stabil. Gelombang yang mencapai kemiringan batas maksimum tersebut akan mulai pecah. Secara teoritis, Michell (1983) menemukan kemiringan batas diberikan oleh rumus sebagai berikut :

$$\frac{H_o}{L_o} = 0.142 = \frac{1}{7} \quad (5.1)$$

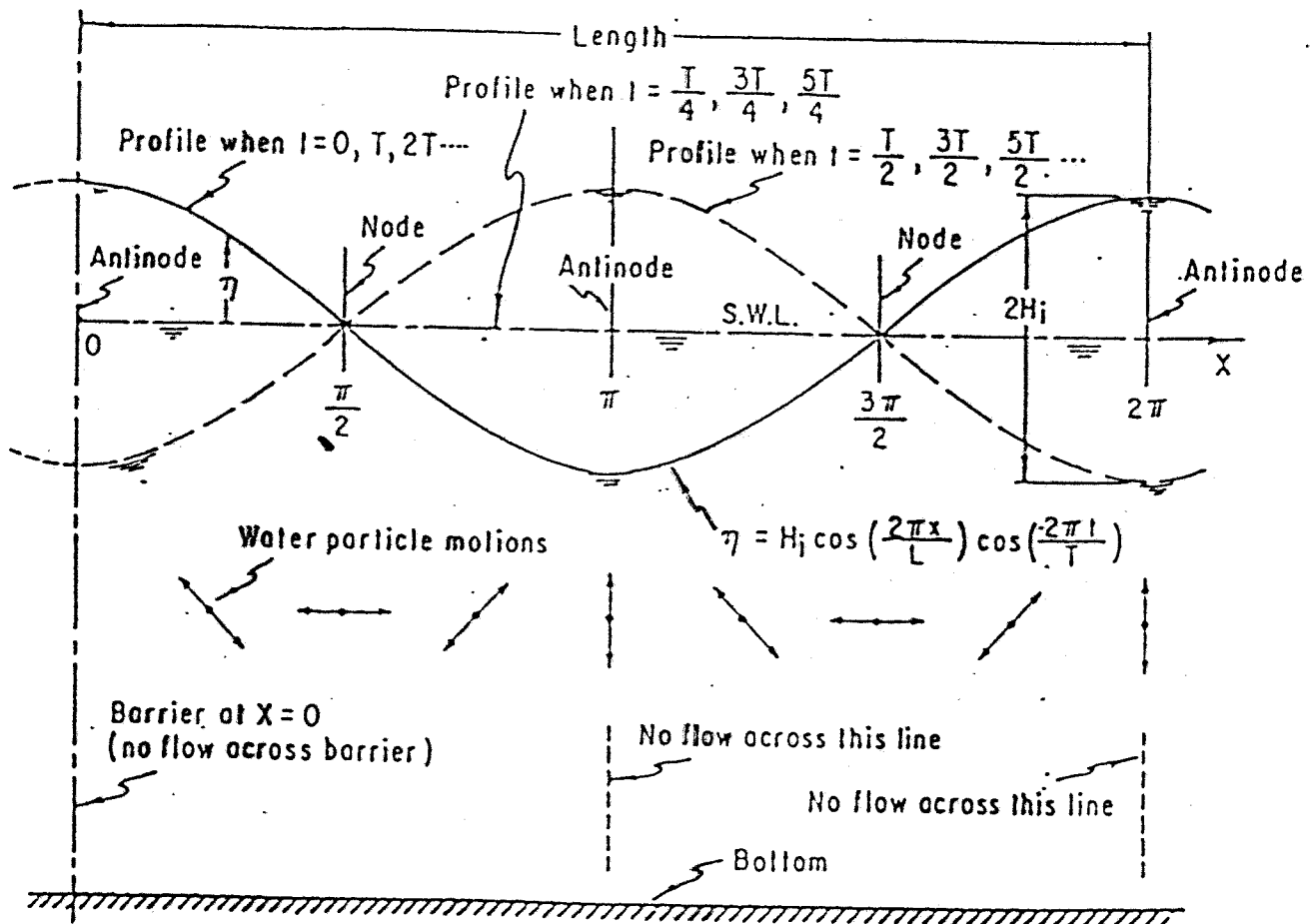
Apabila gelombang bergerak menuju air dangkal, kemiringan batas merupakan fungsi dari kedalaman relatif d/L dan kemiringan dasar m , tegak lurus terhadap penjalaran gelombang. Gelombang dilaut dalam akan bergerak menuju pantai sampai air menjadi cukup dangkal untuk pecah, kedalaman ini disebut kedalaman pecah d_b . Munk (1949) menurunkan suatu persamaan dari gelombang tunggal, yang berhubungan dengan tinggi gelombang pecah H_b , kedalaman pecah, tinggi gelombang dilaut dalam tanpa refraksi H'_o dan panjang gelombang dilaut dalam L_o .

$$\frac{H_b}{H'_o} = \frac{1}{3.3 (H'_o/L_o)^{1/3}} \quad (5.2)$$

Gerak gelombang didepan dinding vertikal yang dapat memantulkan gelombang dengan sempurna yang berasal dari gelombang monokhromatik yang mempunyai arah tegak lurus pada dinding dapat ditentukan dengan superposisi dari dua gelombang dengan/ yang mempunyai angka gelombang, periode gelombang dan amplitudo yang sama tetapi arah penjalaran berlawanan. Untuk gelombang amplitudo kecil dan gelombang refleksi:

$$\mu = H_i \cos kx \cos \pi t \quad (5.5)$$

Persamaan tersebut menunjukkan fluktuasi muka air untuk standing wave atau klapotis yang periodik terhadap waktu da terhadap x serta mempunyai tinggi maksimum $2H_i$. Jika $\cos kx$ dan $\cos \pi t$ samadengan satu. Gambar 5.1 menunjukkan profil muka air sebagai fungsi dari kx untuk beberapa harga πt . Ada titik (node) pada profil dimana muka air tetap pada muka air rata-rata (muka air laut) untuk semua harga t dan titik antinode dimana fluktuasi muka air adalah $2H_i$ atau dua kali tinggi gelombang



Gb 5.1 gelombang klapotis(Sulistiyadi, 1990)

V.1.2 Transpor Sedimen Pantai

Transpor sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gerakan gelombang dan

arus. Daerah erosi pantai ini terbentang ini terbentang dari garis pantai sampai diluar daerah gelombang pecah.

Transpor sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi transpor menuju dan meninggalkan pantai("onshore - offshore tranaport")dan transport sepanjang pantai("longshore transport") Transport menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedang tranport sepanjang pantai mempunyai arah rata-rata sepanjang pantai.

Angkutan sedimen dipantai secara umum merupakan interaksi dari gelombang, arus dan bahan sedimen itu sendiri. Ketiga hal tersebut merupakan faktor yang menentukan kecepatan tranpor material pada daerah pantai. Kecepatan transpor ini bervariasi dan dapat mengakibatkan perubahan bentuk pantai. Variasi bentuk ini penting untuk dipelajari untuk meramalkan perubahan alami garis pantai dan pengaruh bangunan buatan dilepas pantai. Gerusan yang terjadi dekat kaki dasar bangunan yang diakibatkan oleh transpor sedimen dapat mengakibatkan pengaruh terhadap stabilitas bangunan.

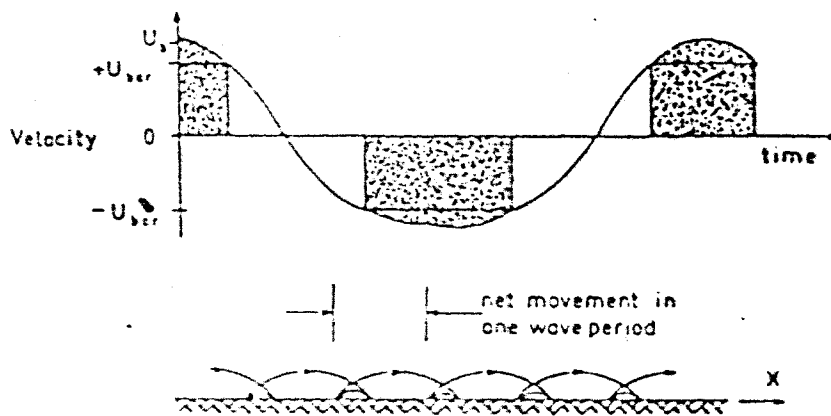
Proses transpor sedimen secara umum dapat dibagi menjadi tiga tahap :

1. Bergeraknya material dasar keatas menjadi suspensi atau lepasnya material dasar.
2. Perpindahan horisontal dari partikel oleh air.
3. Sedimentasi dari partikel kembali lagi.

Dari tiga hal tersebut diatas dapat dinyatakan bahwa prinsip kontinuitas dapat digunakan untuk menafsirkan perubahan volume dari sedimentasi. Besarnya transpor sedimen dapat dinyatakan sebagai volume material dibagi unit luas dibagi waktu (L^3/LT).

V.1.3 Mekanisme Gerakan Pasir

Butiran pasir pada dasar akan tetap diam apabila kecepatan air, U_b , lebih kecil dari U_{kri} (kecepatan minimum yang dibutuhkan yang untuk menggerakkan pasir). Maka, butiran dapat dimisalkan tetap diam apabila $U_b < U_{kri}$. Apabila nilai kritis tadi terlampaui butir pasir akan terangkat dari dasar dan mulai bergerak bersama air dengan kecepatan yang sama. Jadi apabila $U_b > U_{kri}$ butir pasir mulai bergerak bersama air dengan kecepatan U_b . Grafik hubungan antara kecepatan dasar, U_b , dengan waktu, t , bentuknya sedikit tidak simetri dengan nilai nol. Akibatnya transpor material dasar dapat diperkirakan, lihat gambar 5.2. Pada gambar terlihat butiran pasir bergerak maju dan kembali lagi, hal ini biasanya terjadi di air dangkal.

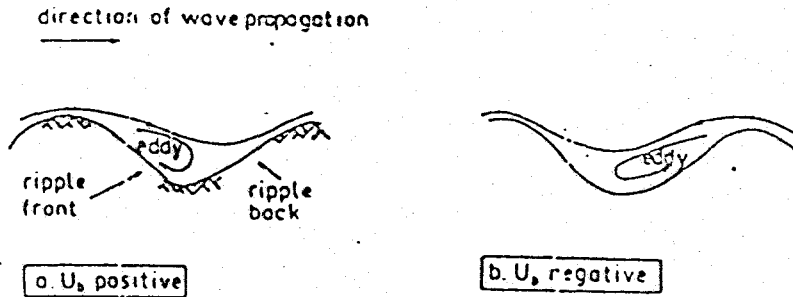


Gb. 5.2 Hubungan antara V_b dengan t dan gerak butir

(Sulistyadi, 1990)

V.1.4 Kekasaran Dasar

Ketidakteraturan dari pergerakan butir dasar mengakibatkan profil dasar bergelombang. Dasar yang bergelombang ini mengganggu pola aliran di dekat dasar, ketika kecepatan dasar positif maka ulegan yang dihasilkan akan mengakibatkan gerusan terjadi didepan gelombang pasir, seperti yang terlihat pada gambar 5.3. Pola kebalikannya akan terjadi pada periode gelombang berikutnya. Jadi transpor pasir dipengaruhi oleh bentuk dasar dan ulegan.

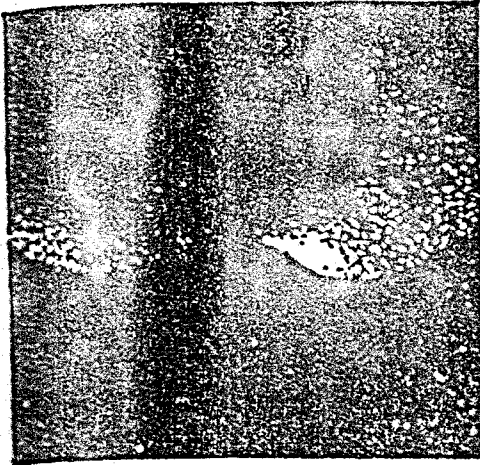


Gb 5.3 Pengaruh Ulegan pada dasar yang bergelombang

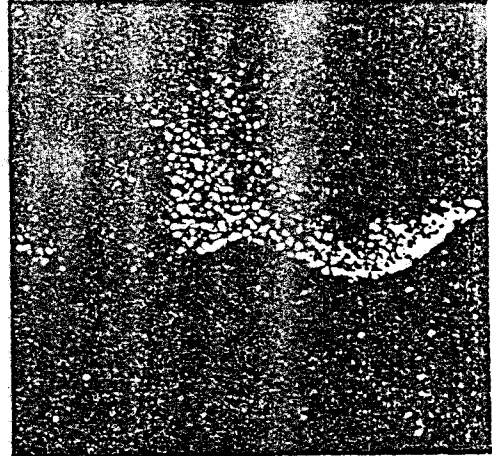
Ulegan utama akan berada didepan gelombang pasir ketika kecepatan dasar, U_b , adalah positif. Tingginya kecepatan pada dasar menghasilkan ulegan yang menyebabkan gerusan, seperti yang terlihat pada gambar 5.4, pasir akan tersuspensi dalam ulegan. Dalam waktu yang singkat aliran berhenti. Akibat peristiwa itu ulegan akan menyebarkan pasir yang terangkut keatas. Kejadian berikutnya pasir jatuh kembali kedasar pada hulu dari sisi gelombang pasir yang tergerus. Proses selanjutnya sangat tergantung pada bentuk gerakan air, bentuk gelombang pasir dan sifat material dasar.

Ketidakteraturan gelombang akan menyebabkan kecepatan positif maksimum, juga akan menyebabkan ulegan primer yang besar pula. Sedang kecepatan negatif akan menyebabkan

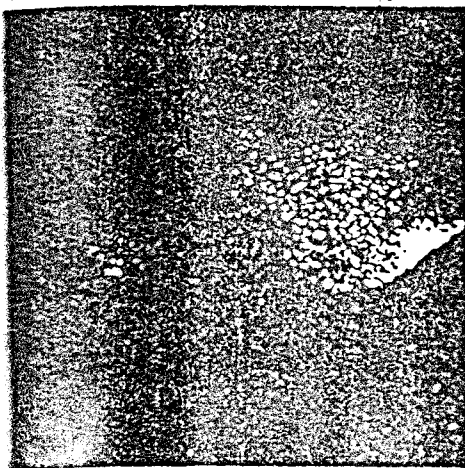
ulegan sekunder yang besarnya lebih kecil dibandingkan dengan ulegan primer.



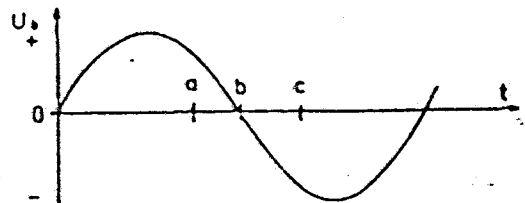
a. Sand Eroded to Eddy



b. Eddy "Explodes"



c. Sand Deposited

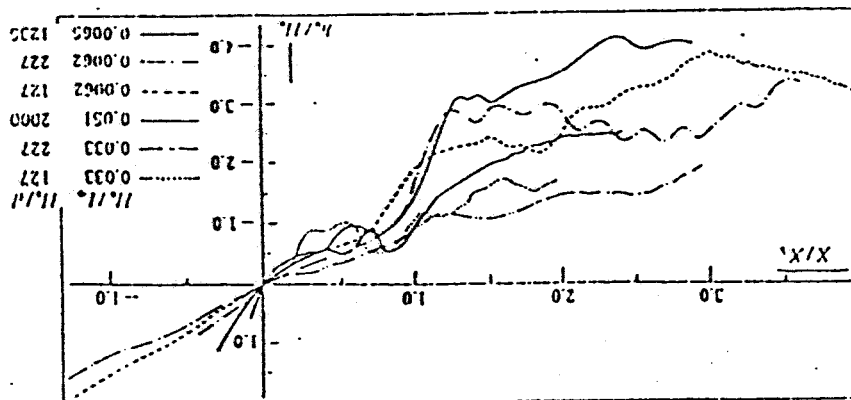


d. Times in wave period corresponding to above figures.

Gb 5.4 Proses transpor pada dasar.

V.1.5 Tipe Penggerusan

Sato (dalam tugas akhir Sulistyadi 1992) menguji karakteristik gerusan dari bangunan dinding tegak pada berbagai kondisi pantai yang berbeda lihat gambar 5.5. Percobaan dilakukan dengan menggunakan dua macam saluran gelombang, pada saluran gelombang berukuran sedang dengan tinggi gelombang (H_o) 8.7 cm dan periode gelombang (T) 1.3 - 3 detik dan pada saluran gelombang lebar dengan tinggi gelombang 26.0 - 42.4 dan periode gelombang 2.3 - 5.1 detik.



Gb. 5.5 Gerusan pada dinding tegak pada beberapa kondisi pantai yang berbeda.

Ukuran median dari material dasar , d , berkisar antara 0.21 - 0.69 mm. Pada gambar 5.5 dapat dilihat kecuraman dari gelombang laut dalam , H_o/L_o dan perbandingan tinggi gelombang pada laut dalam terhadap ukuran median dari material dasar H_o/d . Dari hasil percobaan itu dapat diketahui ada empat macam tipe dari penggerusan, lihat gambar 5.6. Aliran yang menyebabkan gerusan akan terjadi apabila gelombang pecah menumbuk bangunan.

- tipe I :

jika struktur didirikan dekat dengan garis pantai, lubang gerusan biasanya terisi kembali.

- tipe II :

jika struktur didirikan didarat dekat garis pantai, tidak ada proses pengisian kembali.

- tipe III :

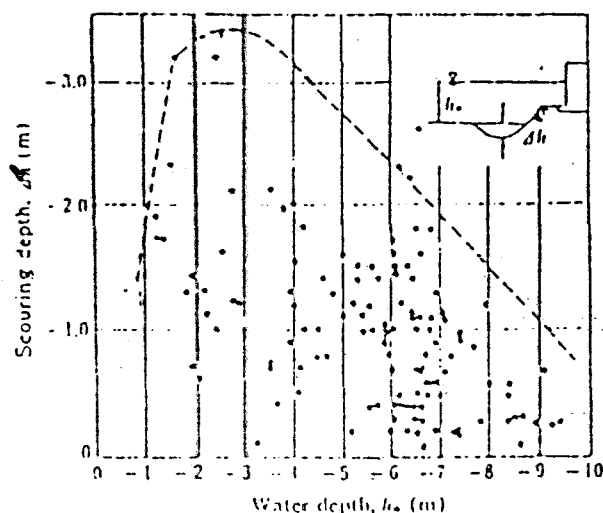
jika struktur didirikan diantara gelombang pecah dan garis pantai, gerusan pada awalnya terjadi cukup cepat dan akhirnya menjadi cukup pelan.

- tipe IV :

gerusan terjadi secara perlahan - perlahan tanpa pengisian kembali, jika kedalaman dimuka bangunan cukup besar untuk meredam gerakan dari gelombang.

Gambar 5.6 memperlihatkan gerusan maksimum pada dinding tegak pada lokasi dengan bentuk pantai yang berbeda seperti yang terlihat pada gambar 5.5. Dapat dilihat besarnya perbandingan kedalaman gerusan maksimum terhadap tinggi gelombang di laut dalam, h_m/H_o diperbandingkan dengan kecuraman gelombang gelombang dilaut dalam, H_o/L_o dan perbandingan tinggi gelombang dilaut dalam dengan ukuran median dari butir dasar, H_o/d . Gerusan terbesar nampak terjadi pada bangunan yang didirikan antarapada gelombang pecah ($x/x_b=1$) dan shoreline ($x/x_b=0$)

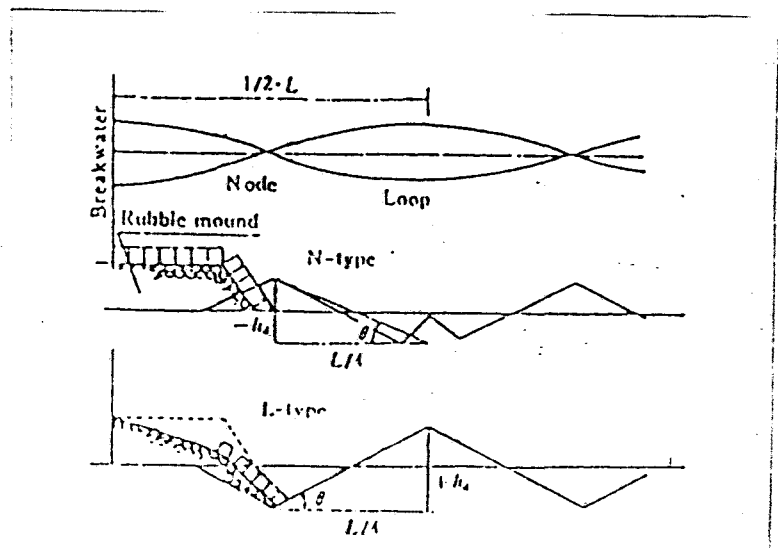
Gambar 5.7 memberikan gambaran gerusan pada pada dasar dimuka pemecah gelombang. Kedalaman gerusan, s_b , terletak sepanjang pemecah gelombang. Dari gambar dapat diketahui bahwa gerusan maksimum akan terjadi jika penahan gelombang terletak pada $h_o=2 - 3$ m, yang mana lokasi itu terletak antara shoreline dan gelombang pecah.



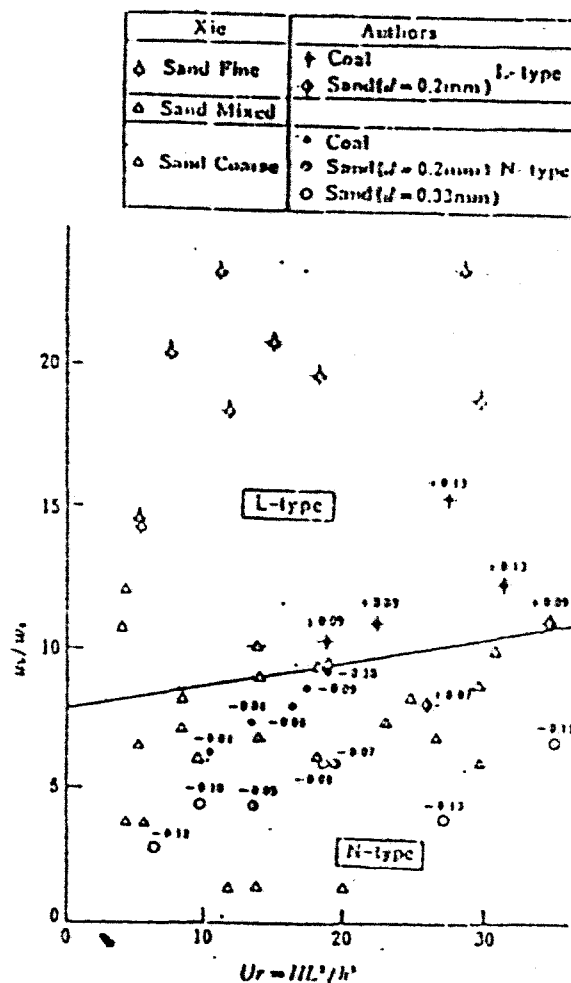
Gb 5.7 Gerusan disekitar pemecah gelombang

Irie (1984) juga mengelompokkan pergerakan butiran dasar karena gelombang menjadi dua macam, bentuk pertama adalah aliran dominan "suspended load" dari nodes ke loops (L-tipe) dan bentuk kedua adalah "bed load" sebagian besar bergerak dari loops ke nodes (N-tipe). Bentuk dari pergerakan butiran diatas dapat dilihat pada gambar 5.8. Gerakan material dasar pada kedua model tadi dipengaruhi oleh dua parameter, U_b/w_o dan parameter Ursell, U_r , dimana U_b adalah kecepatan partikel air mendatar dari gelombang dekat dasar, w_o adalah kecepatan jatuh dari material dasar dan $U_r = HL^2/h^3$. Gerusan L-tipe akan terjadi jika $U_b/w_o > 10$ dan gerusan N-tipe akan terjadi jika $U_b < 10$, lihat gambar 5.9. Besar kemiringan lereng dari lubang gerusan :

$$\tan \theta = + \frac{hd}{L/4}$$



Gb.5.8 Tipe gerusan menurut aliran butiran



Gb.5.9 Kriteria perbedaan antara L-tipe dan N-tipe.

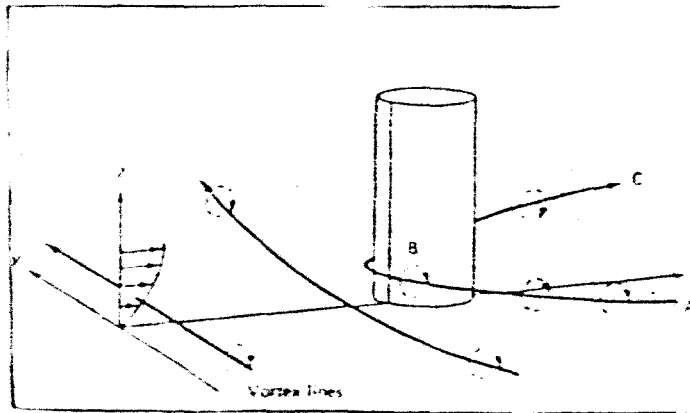
(Sulistiyadi, 1990)

V.2 MEKANISME SCOUR

Untuk mengerti mekanisme scour perlu untuk mempelajari daerah aliran disekitar dasar marine struktur ,sebagai contoh diberikan sebuah model silinder sirkular vertikal yang berdiri diatas dasar laut . Kondisi seperti ini memiliki gambaran yang lebih tentang aliran yang akan terjadi disekitar body yang berbentuk tumpul .

Gb.5.10 menunjukkan pengaruh dari rintangan yang berbentuk tumpul akan mempunyai vortex line dan sirkulasi coresponding dari fluida akan terjadi didasar rintangan dimana gradien kecepatan lebih besar. Hal ini memperlihatkan bahwa sebuah daerah sirkulasi kuat adalah terbentuk diatas bagian upstream dari body (silinder). Disekitar angka Reynold yang lebih tinggi sering turbulen, sistem vortex akan mengembang secaralangsung disamping body, hal ini menyebabkan bertambahnya scour.

Didaerah sirkulasi kuat dekat dasar laut, partikel - partikel akan naik dalam suspensi dan akan tersapu bersama aliran. Proses ini akan berlangsung terus sampai sebuah kondisi keseimbangan tercapai.



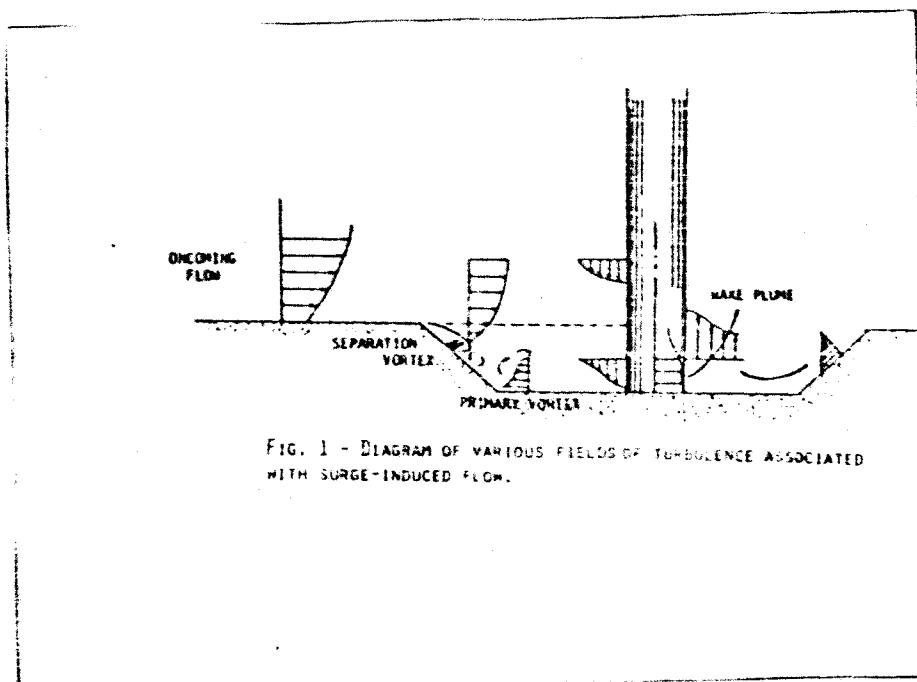
Gb. 5.10 Aliran yang melalui silinder tegak scour akan terjadi pada garis vortex ABC (Brebbia, 1979)

V.2.1 Dinamika scour

Sebuah gambaran secara umum tentang situasi hidrodinamika dalam lingkungan sebuah rintangan (gb.5.11) memperlihatkan model dari aliran secondary atau turbulen yang menjelaskan tentang pergerakan butiran material sebagai proses dari scour. Aliran yang mendekati dibawah satu pulsa gelombang digambarkan oleh sampul dari garis-garis aliran. Scour pit digambarkan sebagai sebuah depressi disekitar rintangan silinder. Gaya scouring utama adalah vortex awal yang mengembang didepan silinder. Sebagian besar kecepatan fluida akan naik dengan semakin dangkalnya perairan. Erosi bekerja sama dengan

vortex awal akan menimbulkan sebuah dasar yang datar dengan scour pit yang berdekatan dengan dinding rintangan.

Turbulen secondary bekerja sama dengan vortex pemisah (separation) membentuk sebuah counter vortex yang lemah di dekat sekeliling ujung dari scour pit.



BB.5.11 Diagram variasi medan turbulensi terhadap pengaruh aliran surge (Herbich, 1978)

V.2.2 Aliran Disekeliling Pile Dan Hubungannya dengan Scour

Beberapa rintangan yang ada di daerah aliran akan menyebabkan diversifikasi aliran disekitar rintangan. Hal ini

tergantung daripada ketajaman rintangan, jenis aliran dan angka reynold setempat. Kecepatan aliran akan naik karena aliran menyimpang disekitar rintangan (obstacle) yang menghasilkan pengurangan tekanan, tergantung daripada kekasaran permukaan batasan (boundary), angka reynold dan ketipisan lapisan perbatasan. Aliran akan terlepas dari perbatasan yang menyebabkan gelombang dibelakang rintangan.

Dalam study yang dilakukan oleh Roper dan Schneider, menunjukkan bahwa sistem vortex dibentuk oleh aliran disekeliling rintangan yang berhubungan dengan ketajaman sisi rintangan. Mereka menyimpulkan bahwa eddy current terbentuk sebagai dasar dari mekanisme scour dan kedalaman scour adalah sebagai fungsi dari Reynold number, dimana angka reynold dirumuskan sebagai berikut:

$$Re = \frac{UD}{\nu} \quad (5.6)$$

D = diameter pile

ν = kecepatan viskositas

Profil kecepatan dari aliran didekat dasar laut karena arus yang uniform dapat digambarkan seperti gambar 5.12

tersangga akan semakin bertambah , sehingga mengurangi tahanan frictional dari pile dibawah beban aksial. Apabila dalam tahap desain tidak diperhitungkan , hal yang mungkin terjadi adalah akan berkurangnya umur dari struktur.

Scour bisa disebabkan dari arus , ombak, pergerakan kapal atau naiknya tinggi air. Arus dan ombak yang menyebabkan scour didominasi oleh parameter dari kecepatan aliran , karakteristik ombak, kedalaman perairan , diameter pile dan sejarah geologi dari tanah tersebut.

Scour yang terjadi akibat dari naiknya tinggi air adalah penting disekitar tanah dimana pasang naik sering terjadi pada waktu yang singkat. Di Indonesia hal seperti diatas terjadi didaerah selat Malaka.

Metode awal yang digunakan untuk memprediksi kedalaman scour sebagian besar berdasarkan pada pengalaman dan segian besar dari parameter yang berhubungan diabaikan. Kuhn & William (dalam Cheung 1987) meyakinkan bahwa kedalaman scour akan semakin dalam apabila terdapat pertambahan penetrasi secara tiba-tiba. Kedalaman scour dapat memiliki deviasi yang besar, tergantung pada arus serta dimensi dari rintangan.

Terzagi & Peck (1967) mengusulkan kedalaman scour maximum untuk desain adalah empat kali jumlah daripada tinggi pasang naik air yang telah diketahui. Anjuran tidak dapat dilakukan pada tempat dimana terjadi fluktuasi tinggi air yang besar.

Kemudian penyelidikan tentang masalah ini dilakukan pada laboratorium. Obyek utama dari penelitian ini adalah menetapkan kriteria dan guideline sehingga kedalaman scour dapat diperkirakan dibawah kondisi nyata.

Palmer (1969), meneliti gelombang - osilatory yang menyebabkan scour dan mengembangkan sebuah skema Hidrodinamika secara umum dalam lingkungan rintangan. Dia menganggap bahwa model aliran secondary atau turbulen adalah sebagai faktor utama dalam pergerakan butiran-butiran material disekitar rintangan. Dia percaya bahwa gaya scouring utama akan menjadi vortex awal yang akan berkembang atau bertambah didepan silinder.

Laursen (1962) mempelajari fenomena scour didalam sebuah laboratorium dan mendemonstrasikan bahwa terdapat sebuah keseimbangan atau batasan kedalaman scour pada setiap kondisi. Dia juga menitik beratkan bahwa kedalaman scour untuk sebuah tiang berkelompok tidak tergantung pada kedekatan jarak pile .

Penelitian yang sama dilakukan oleh Palmer(1966) menunjukkan bahwa diameter pit sebanding dengan diameter pile.

Dia juga mencatat bahwa scour pit yang disebabkan oleh kemiringan pile sama dengan yang disebabkan oleh pile vertikal yang identik.

Machmehl & Abad (1975) meneliti fenomena scour yang disebabkan oleh kombinasi pengaruh gelombang Oscillatory dan ketidakaturan arah arus disekitar model silinder pile pondasi. Mereka juga mempelajari pengaruh dari kecepatan arus, karakteristik gelombang dan diameter pile terhadap luasnya scour.

Mereka menyimpulkan bahwa :

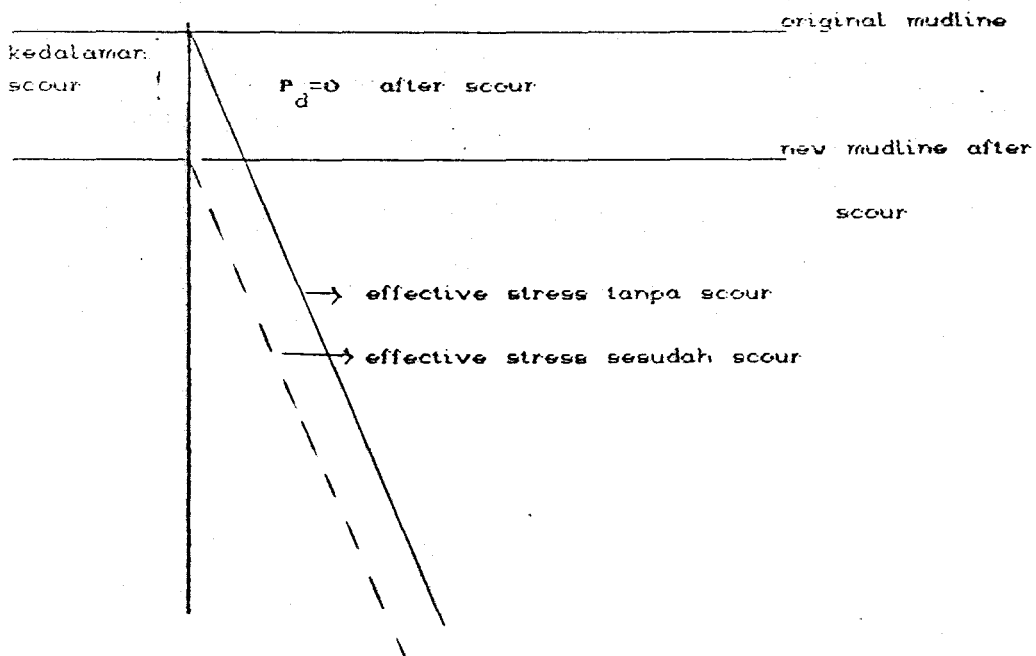
1. Penambahan partikel yang berdekatan dengan pile adalah merupakan mekanisme utama scouring.
2. Penambahan gelombang oscillatory dalam sebuah ketidakaturan aliran akan menaikkan angka perluasan scouring
3. Gelombang dengan panjang gelombang (λ) yang panjang menimbulkan scour pit yang lebih cepat bila dibandingkan dengan gelombang yang mempunyai panjang gelombang yang lebih pendek.
4. Pengaruh scour berbanding langsung dengan diameter pile

V.4 Pengaruh Scour Terhadap Stabilitas Jacket

Seperti yang telah dibahas didepan, Scour akan menyebabkan daya dukung tanah berkurang, selain itu scour juga menyebabkan semakin bertambahnya lengan momen. Hal ini

berarti harga overturning momen bertambah besar, sementara beban yang disangga oleh jacket besarnya tetap. Keadaan seperti ini akan membahayakan stabilitas dari struktur jacket.

Hal ini dapat ditunjukkan oleh gambar 5.13



Gb.5.13 Modifikasi tekanan effective karena scour

Untuk mengetahui seberapa besar momen guling yang terjadi akibat bertambahnya kedalaman scouring, dapat digunakan rumus dibawah ini:

* Untuk jacket berkaki 8 :

$$S_1 = \frac{M_o}{4 L \sin \beta} \quad (5.7)$$

* Untuk jacket berkaki 6 :

$$S_1 = \frac{M_o}{3 L \sin \beta} \quad (5.8)$$

* Untuk jacket berkaki 4 :

$$S_1 = \frac{M_o}{2 L \sin \beta} \quad (5.9)$$

dimana :

S_1 = axial force dalam pile yang berasal dari gelombang, angin dan arus.

M_o = momen overturning

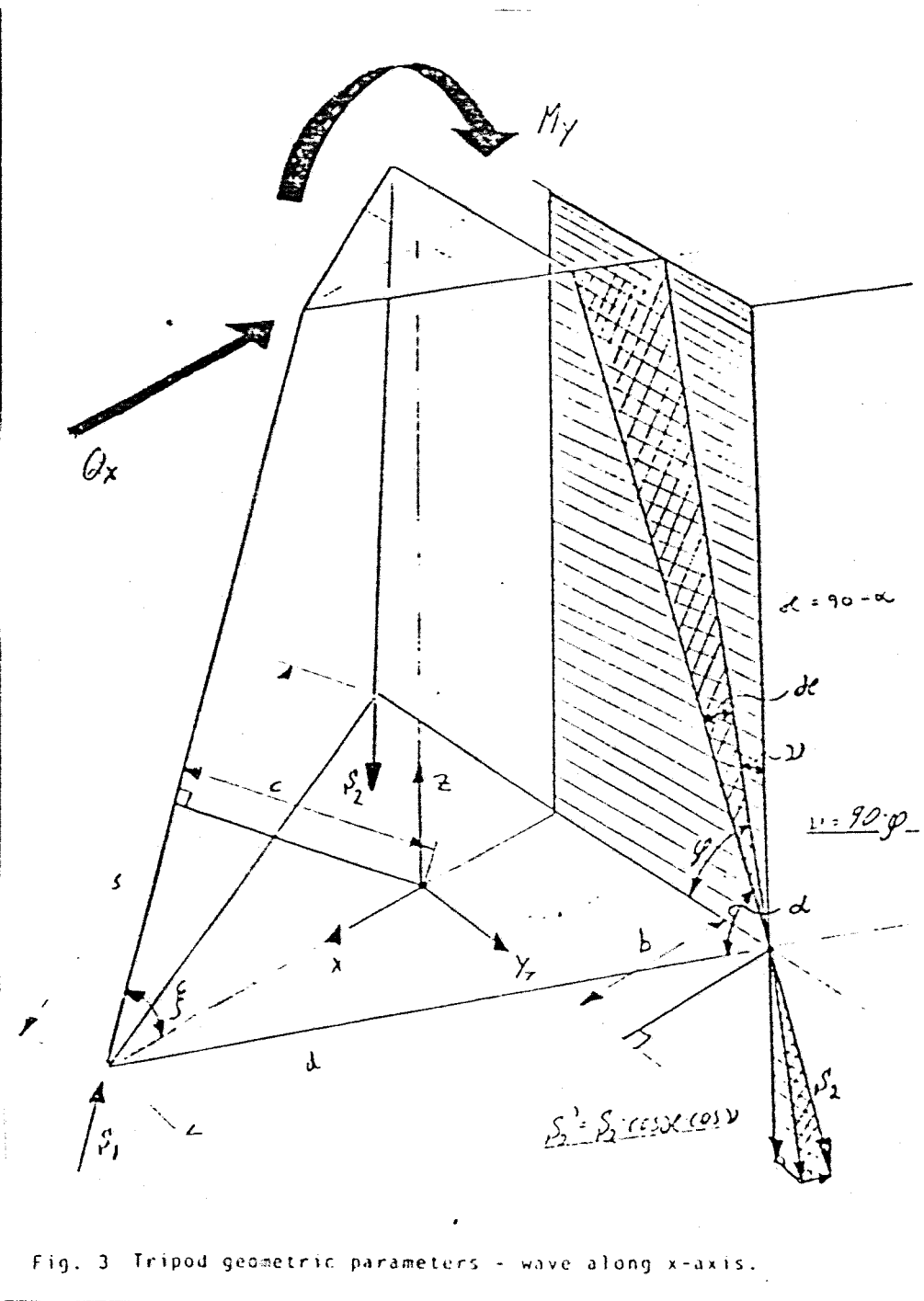
L = panjang antara panel pada mudline

* Untuk Tripod :

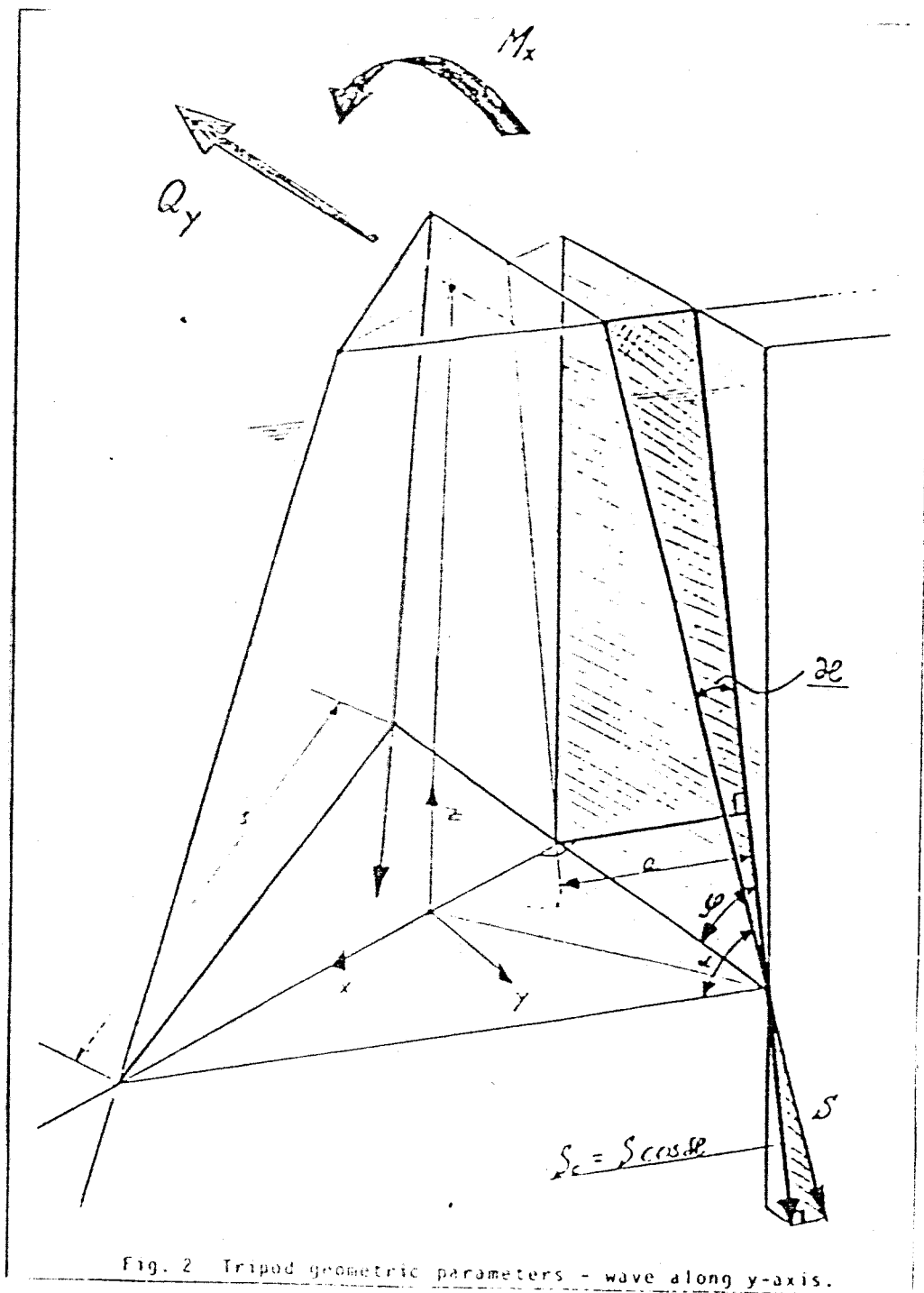
$$S_1 = \frac{M_0 X}{2 \cos k a} \quad (5.10)$$

b. untuk gelombang sepanjang x-axis:

$$S_1 = \frac{M_0 Y}{2 (b \cos k - \cos v + c)} \quad (5.11)$$



Gb. 5.14 Pengaruh scouring terhadap Tripod untuk gelombang sepanjang x - axis (Dnv, 1977)



Gb.5.15 Pengaruh scouring terhadap Tripod untuk gelombang
sepanjang y - axis (Dav 1977)

dimana :

q = maximum lateral shearforce

Q = total shearforce pada jacket dan deck

S_2 = axial force dari buoyancy dan berat

Rotasi yang terjadi pada pile dibagi menjadi dua bagian yaitu :

θ_s = rotasi yang terjadi karena pergerakan seluruh jacket

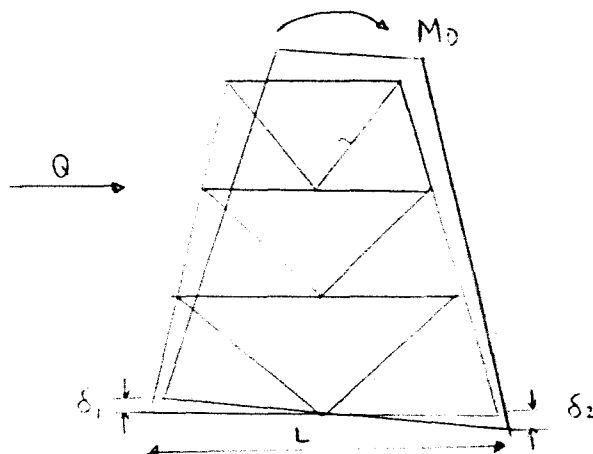
θ_N = rotasi nodal karena momen bending pada pile

dimana :

$$\theta_s = \frac{(\delta_1 - \delta_2)}{L} \quad (5.17)$$

δ_1 dan δ_2 = axial deflection pada pile karena adanya axial force pada pile

L = panjang antara panel pada mudline



Gb. 5.16 Rotasi yang terjadi pada Jacket

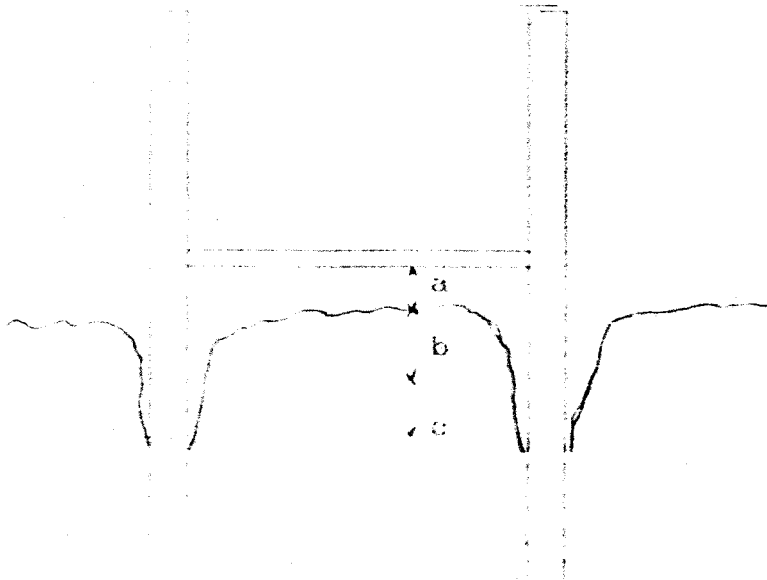
enviromental yang diterima.

V.6 Proteksi Terhadap Scouring

Metode proteksi terhadap scour yang sering digunakan dalam bidang offshore adalah sebagai berikut :

1. Memberikan lapisan filter bertingkat yang terdiri dari kerikil dan bebatuan atau terak baja yang mempunyai densitas tinggi.
2. Menumpuk kantong - kantong pasir dan kerikil atau concrete mat yang ditempatkan didasar laut disekitar kaki jacket.
3. Memasang perforated breakwater walls.

Metode yang digunakan tidak selalu efektif dan inspeksi yang teratur terhadap kedalaman scour tetap diperlukan.



Gbr. 5.17 Profil Scour dipermukaan dasar laut

dimana ,

a : general scour

b : local scour

c : gap atau slot

BAB VI

MENGHITUNG KESTABILAN STRUKTUR

SEBELUM DAN SESUDAH SCOUR

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, bahwa scouring akan menyebabkan daya dukung lateral tanah akan berkurang, maka pada bab ini akan dihitung besarnya daya dukung tanah baik sebelum scouring(penggerusan) maupun sesudah scouring.

Agar kita dapat mengetahui apakah struktur yang sedang kita tinjau tersebut aman atau tidak , maka kita harus mengetahui berapa besar angka keamanan yang dimilikinya. Angka keamanan dapat diketahui pada persamaan 4.16, dimana angka keamanan ini tergantung pada besarnya momen perlawanan dan momen guling (overturning momen). Semakin besar angka keamanan yang dimiliki oleh suatu struktur maka semakin besar pula kestabilan yang dimilikinya.

$$\frac{SF}{Mov} = \frac{Mr}{Mov} \quad (4.1)$$

Pada bab ini akan dihitung besarnya momen guling, momen perlawanan serta angka keamanan struktur baik sebelum scour maupun sesudah terjadinya scour.

VI. MENCARI DAYA DUKUNG TANAH SEBELUM DAN SESUDAH TERJADINYA SCOURING

Untuk menghitung besarnya harga daya dukung baik sebelum maupun sesudah terjadinya scouring, dapat digunakan persamaan 4.10.

$$Q_{u''} = \left[n (\bar{C} K + A C N_c) \eta \right] + \left[C_c N_{cc} (B_c L_c - N A) \right]$$

dimana,

$$n = 4$$

$$\bar{C} = 62.723,1406 \text{ Nm}$$

$$L = 76.2 \text{ m}$$

$$D = 0.762 \text{ m}$$

$$K = \pi L D$$

$$= 3.1428 \times 76.2 \times 0.762$$

$$= 182.48 \text{ m}^2$$

$$A = \pi/4 D^2$$

$$= 3.1428/4 \times 0.762^2$$

$$= 0.456 \text{ m}^2$$

$$C = 140.767,96 \text{ Nm}$$

$$N_c = 46.12$$

$$m = 2$$

$$\eta = 1 - \left[\frac{\xi \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right]}{90^\circ} \right]$$

$$\eta = 1 - \left[\frac{\frac{\text{arc } 0.762}{12.29} \left[\frac{(2-1)2 + (2-1)2}{2 \times 2} \right]}{90^\circ} \right]$$

$$= 0.96$$

$$Cc = 7182.039 \text{ Nm}$$

$$Ncc = 30.14$$

$$Bc = 19.96 \text{ m}$$

$$Lc = 19.96 \text{ m}$$

Dari data-data diatas maka dapat dihitung daya dukung tanah sebelum terjadinya scouring.

$$\begin{aligned} Qu'' = & (4 * (182,48 * 62.723,1406 + 0.456 * 140.767,96 * \\ & 46.12) * 0,96) + (7182,039 * 30.14 (19.96 * 19.96 \\ & - 4 * 0.456)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_u'' &= (4 * (11.445.718,7 + 2.960.451,552) * 0.96) + \\
 &\quad (216.466,655 * (398.4 - 1,824)) \\
 &= 55.319.693,77 + 85.845.480,17 \\
 &= 141.165.173,9
 \end{aligned}$$

Untuk memperoleh harga daya dukung tanah setelah terjadinya scouring digunakan program Fortran, output dapat dilihat pada lampiran. Harga daya dukung tanah tersebut akan terus berkurang sesuai dengan kedalaman scour yang terjadi

VI.2 Mencari Daya Dukung Tanah Tiap-Tiap Tiang dalam Group

Untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dari tiap-tiap tiang dalam group digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_u = Q_e + Q_f \quad (6.1)$$

$$Q_e = (C N_c + \gamma' (N_q - 1)) A \quad (6.2)$$

$$Q_f = K (C + \gamma' K_s \tan \delta) \quad (6.3)$$

dimana,

$$\gamma' = \gamma h \text{ (dihitung tiap-tiap lapisan tanah)}$$

$$\delta = \text{sudut geser antara tiang dengan tanah}$$

$$= 30^\circ$$

$$\phi = 35^{\circ}$$

$$Nq = 18.4$$

$$A = 0.456 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} K_s &= \tan^2 (45 - \phi/2) \\ &= \tan^2 (45 - 35/2) \\ &= 0.271 \end{aligned}$$

* mencari harga ϕ_v' :

data lapisan tanah adalah sebagai berikut :

clay $\gamma' = 0.0062$	lapisan I, $h = 7.262 \text{ m}$
clay $\gamma' = 0.0065$	lapisan II, $h = 14.38 \text{ m}$
clay $\gamma' = 0.008$	lapisan III, $h = 6 \text{ m}$
sand $\gamma' = 0.0088$	lapisan IV, $h = 9 \text{ m}$
clay $\gamma' = 0.0078$	lapisan V, $h = 12.262 \text{ m}$
sand $\gamma' = 0.0096$	lapisan VI, $h = 92.738 \text{ m}$

Gb.6.1 lapisan tanah dimana struktur didirikan

sehingga :

$$\begin{aligned} \text{I} \quad \sigma_v' &= 0.0062 \times 7.262 \\ &= 0.045 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II} \quad \sigma_v' &= 0.0065 \times 14.38 \\ &= 0.093 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{III } \sigma_v' &= 0.003 \times 6 \\ &= 0.048\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{IV } \sigma_v' &= 0.0088 \times 3 \\ &= 0.0264\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{V } \sigma_v' &= 0.0078 \times 12.262 \\ &= 0.096\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{VI } \sigma_v' &= 0.0096 \times 32.738 \\ &= 0.314\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total } \sigma_v' &= 0.6224 \text{ MN/m}^2 \\ &= 622.4 \text{ N/m}^2\end{aligned}$$

* mencari harga Q_e :

$$\begin{aligned}Q_e &= (140.767.96 \times 46.12 + 622.4 (18.4 - 1)) \times 0.456 \\ &= (6.492.218,315 + 10829,76) \times 0.456 \\ &= 2.965.389,922\end{aligned}$$

* mencari harga Q_f :

$$\begin{aligned}Q_f &= 182.48 (140.767.,96 + 622,4 \times 0.271 \times \tan 30^\circ) \\ &= 182.48 (140865,342) \\ &= 25.705.107,59\end{aligned}$$

VI.2 MENCARI HARGA MOMEN GULING SEBELUM TERJADINYA SCOUR

Untuk mendapatkan harga dari momen guling maka perlu diketahui panjang dari lengan momen.

Rumus untuk mendapatkan lengan momen :

$$l = \frac{\int_0^y F(x) Y dy}{\int_0^y F(X) dy}$$
$$= \frac{\int_0^y \text{Gaya tiap elemen x jarak elemen dr dasar laut. } dy}{\int_0^y \text{Gaya total } dy}$$

dimana,

l = panjang lengan momen

$F(x)$ = besar gaya horisontal

y = kedalaman dari dasar laut

Dari rumus diatas maka dapat dihitung lengan momen dari gaya gelombang:

$$\begin{aligned}
 1 &= \left[(2.644.400 \times 18.689) + (19.042 \times 18.592) \times \right. \\
 &\quad (0.009268 \times 13.106) + (5.005,5 \times 8.737) + \\
 &\quad (391.10 \times 8.737) + (32.180 \times 0) + (12.200 \times \\
 &\quad 8.737) + (104.240 \times 18.592) + (35.635 \times 16.56) \\
 &\quad + (248.520 \times 18.686) + (1616.2 \times 8.737) + \\
 &\quad (5.525 \times 8.737) + (4.629 \times 8.737) + (8.837.4 \times \\
 &\quad 16.56) + (2021,2 \times 18.592) + (2.800.220 \times \\
 &\quad 8.737) + (0.00938 \times 8.737) + (13.366 \times 8.737) \\
 &\quad + (13.800 \times 0) + (160,13 \times 8.737) + (11.999 \\
 &\quad \times 0) + (411,1 \times 8.737) + (1629.8 \times 8.737) + \\
 &\quad (34.603 \times 16.56) + (1.319.300 \times 18.592) + \\
 &\quad \left. (8.457,9 \times 16.56) + (31.505 \times 18.686) \right] : \\
 &\quad 7.269.261 \\
 &= 121.322.089,481 : 7.269.261 \\
 &= 16.689 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi lengan momen dari beban gelombang adalah 16.689 m

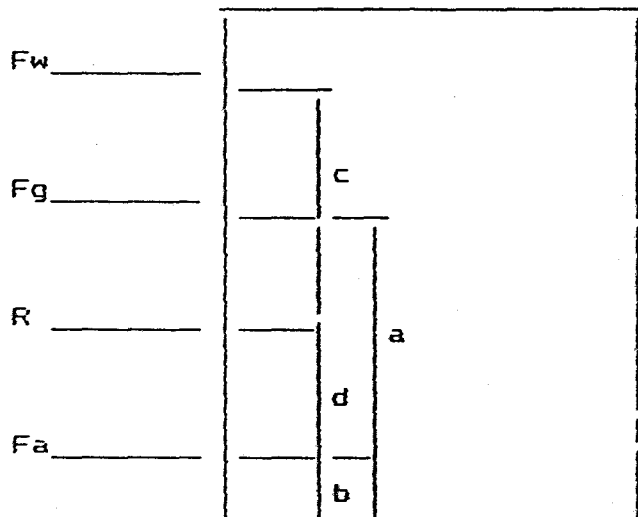
Karena dalam perhitungan beban arus dan beban gelombang serta beban angin dilakukan secara terpisah maka diperlukan suatu penggabungan antara ketiga gaya tersebut.

Perhitungan besarnya momen guling yang berasal dari gaya horisontal (arus, angin dan gelombang) adalah

sebagai berikut:

dari perhitungan program didapat :

- * total gaya gelombang : 7.269.261 N
- * total gaya arus : 38.945,52 N
- * total gaya angin : 140.410 N
- * titik tangkap gaya gelombang : 16.689 m
- * titik tangkap gaya arus : 11.882 m
- * titik tangkap gaya angin : 4.877 + 21.34
: 26.22 m



Gb.6.2 lengan momen sebelum scouring

dimana,

Fw : gaya horisontal dari angin : 140.510 N

Fg : gaya horisontal dari gelombang : 7.269.261 N

Fa : gaya arus : 38.945,52 N

R : resultante gaya

: Fw + Fg + Fa : 7.475.616,52 N

c : titik tangkap gaya angin : 26.22 m

a : titik tangkap gaya gelombang : 16,689 m

b : titik tangkap gaya arus : 11.882 m

d : titik tangkap gaya resultan

$$\begin{aligned} d &= (7.269.261 * 16.689 + 140.510 * 26.22 + 38.945,52 * \\ &\quad 11.882) : 7.475.616,52 \\ &= 16.843 \end{aligned}$$

Sehingga besar momen guling :

$$\begin{aligned} Mov &= 7.475.616,52 \times 16.843 \\ &= 125.911.600,1 \text{ Nm} \end{aligned}$$

VI.4 Mencari Harga Momen Perlawanan Sebelum Terjadinya

SCOUR

Seperti yang telah disebutkan dalam bab IV, untuk melawan momen guling diperlukan suatu bentuk perlawanan yang disebut resisting momen (momen perlawanan). Harga dari momen perlawanan sangat tergantung pada besarnya harga gaya berat dari struktur dan tekanan tanah pasif disekeliling tiang pancang.

$$MR = W \times d + P_p \times h/3$$

dimana,

$$P_p = 0.5 \times \gamma' \times H^2 \times K_p$$

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \theta)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta) \left[1 - (\sin(\theta + \delta) \sin(\theta + \beta))^{1/2} \right]}$$

$$\alpha = 4.72^\circ$$

$$\beta = 0^\circ$$

$$\theta = 35^\circ$$

$$\delta = 30^\circ$$

Sehingga harga $K_p =$

$$K_p = \frac{\sin^2 (4.42^\circ - 35^\circ)}{\sin^2 4.72^\circ \sin(4.72^\circ + 30^\circ) \left[1 - (\sin(35^\circ + 30^\circ) \sin(35^\circ + 0^\circ))^{1/2} \right]}$$

$$= 16.5$$

* mencari tekanan tanah pasif :

$$P_p = 0.5 * \gamma * h^2 * K_p$$

$$= 0.5((0.0062 * 7.26^2) + (0.0065 * 14.38^2) + (0.008 * 6^2) + (0.0088 * 3^2) + (0.0078 * 12.26^2) + (0.0096 * 32.738^2))$$

$$* 16.5$$

$$= 111.294,76 \text{ N}$$

* mencari momen perlawanan :

$$M_R = 12.923.900 * 21.3 + (111.294,6 * 76/3)$$

$$= 275.279.070 + 2.826.882,84$$

$$= 278.105.952,8 \text{ Nm}$$

VI.5 MENCARI ANGKA KEAMANAN

Untuk mengetahui apakah struktur yang ditinjau tersebut aman atau tidak, maka dapat diketahui dari angka keamanannya. Angka keamanannya tersebut tidak boleh lebih kecil dari harga dibawah ini :

PADA KONDISI PEMBEBANAN	ANGKA KEAMANAN
1 Desain yang sesuai dengan kondisi lingkungan pada saat pengeboran	1.5
2 Pengoperasian untuk kondisi lingkungan selama pengeboran	2
3 Desain yang sesuai untuk kondisi lingkungan pada saat produksi	1.5
4 Pengoperasian untuk kondisi lingkungan selama produksi	2
5 Desain yang sesuai untuk kondisi lingkungan dengan beban minimum	1.5

Tabel 6.1 Angka keamanan pada struktur

Dari uraian diatas maka dapat diketahui bahwa angka keamanan untuk sebuah platform selama produksi harus lebih besar dari 2, Sedang untuk platform yang ditinjau dalam tugas akhir ini adalah :

$$SF = \frac{\text{momen perlawanan}}{\text{momen guling}}$$

$$SF = \frac{278.105.952,8}{125.911.600,1}$$

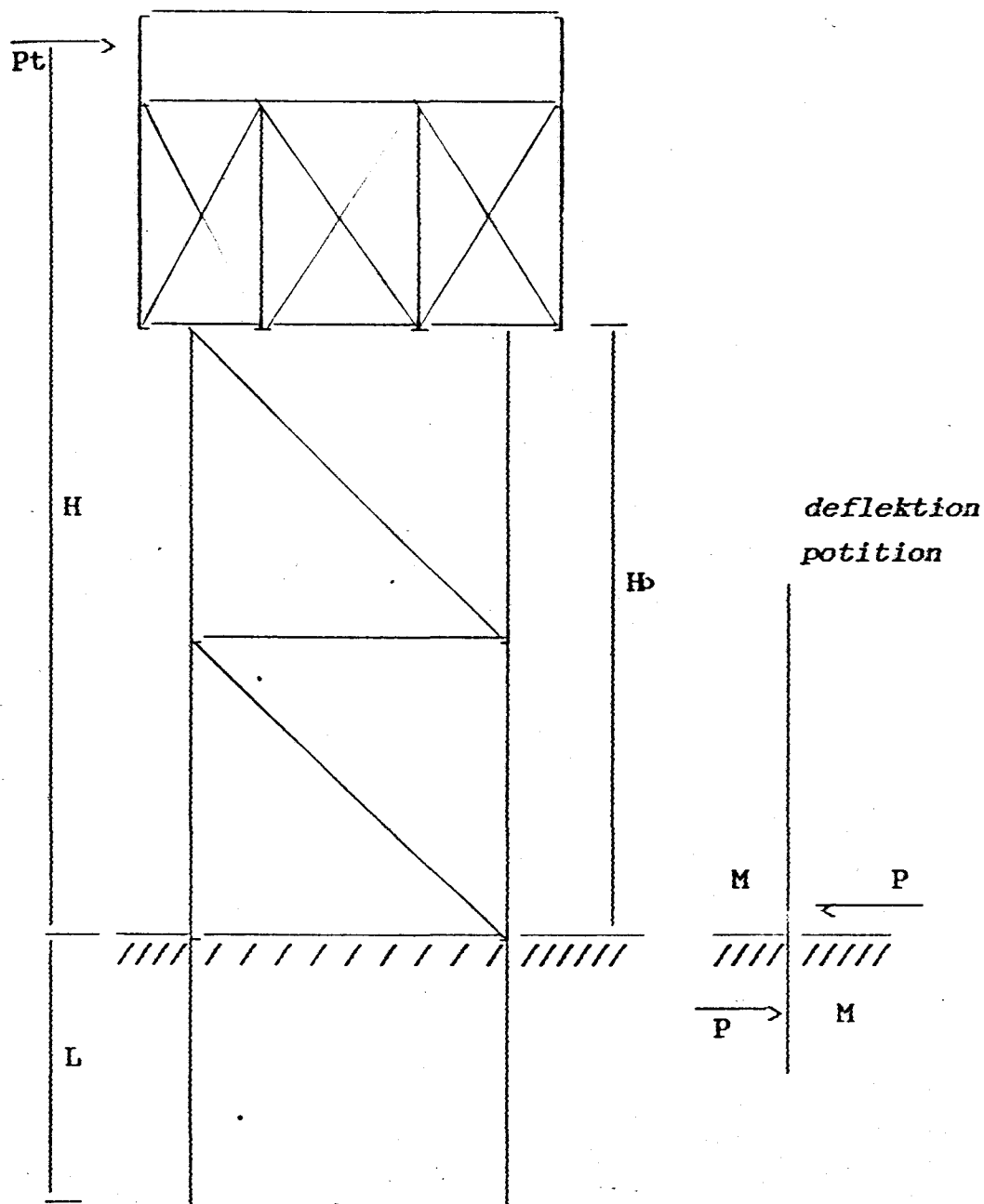
$$= 2,208$$

Angka keamanan diatas adalah angka keamanan sebelum terjadinya scouring, jika scouring telah terjadi kemungkinan angka keamanan diatas dapat berkurang karena adanya pertambahan overturning momen.

Dari perhitungan dengan menggunakan program fortran dapat dilihat pada out dibawah ini bahwa pada iterasi ke 35 penggerusan yang terjadi sebesar 175 cm dan angka keamanan sudah berkurang dari dua.

Ini berarti bahwa penanggulangan terhadap scouring sudah harus dilakukan. Hal yang biasa dilakukan adalah menimbun sekeliling kaki jacket dengan menggunakan karung yang berisi pasir.

VI.6 MENGHITUNG BESARNYA DEFLEKSI



Gb.6.3 Defleksi pada jacket

Defleksi dan rotasi dari jacket dan tiap-tiap pile serta sistem pondasi secara keseluruhan dapat diperiksa pada daerah kritis yaitu, bagian atas dari pile. Defleksi dan rotasi tidak boleh melebihi batasan yang diijinkan yang mana akan membuat akan membuat struktur tidak akan memenuhi fungsi yang diharapkan.

Besarnya harga dari defleksi pada jacket dapat diketahui dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$\theta = \theta_p \left[\frac{P T^2}{E I} \right] + \theta_m \left[\frac{M T}{E I} \right]$$

$$T = \left[\frac{E I}{f} \right]^{1/3}$$

dimana,

θ = besarnya defleksi

P = besarnya beban

T = relative stiffness factor

f = koefisien modulus elastisitas tanah

E = modulus young

θ_m dan θ_p dapat dilihat pada figure 13.4

* mencari harga T

- Diameter luar pile : $30'' = 76,2 \text{ cm}$
- Diameter dalam pile : $30'' - (2 \times 1.5'') = 68,48 \text{ cm}$
- $I \text{ pile} = \pi/64 (D^4 - D^4)$
 $= 3.1428/64 (76.2^4 - 68.48^4)$
 $= 575.684,24 \text{ cm}^4$

- $E \text{ pile} = 2.1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- $EI = 575.684,24 \times 2.1 \cdot 10^6$
 $= 1.20894 \cdot 10^{12}$
- $q_u \text{ tanah} = 0.25 \text{ kg/cm}^2$
 $= 0.25 \text{ tsf}$

dari grafik VI.1 , diketahui :

untuk $q_u = 0.25$ maka $f = 2 \text{ t/ft}^3$
 $= 0.0635 \text{ kg/cm}^3$

sehingga

$$T = (1.20894 \cdot 10^{12} / 0.0635)^{1/5}$$

$$= 452,82 \text{ cm}$$

* mencari harga θ_m dan θ_p

- $L \text{ pile} = 76.2 \text{ m} = 7620 \text{ cm}$
- $L/T = 7620/452,82$
 $= 16,82$
- dari gambar VI.2 untuk $Z=0$ dan $L/T=16,82$
 maka didapat :

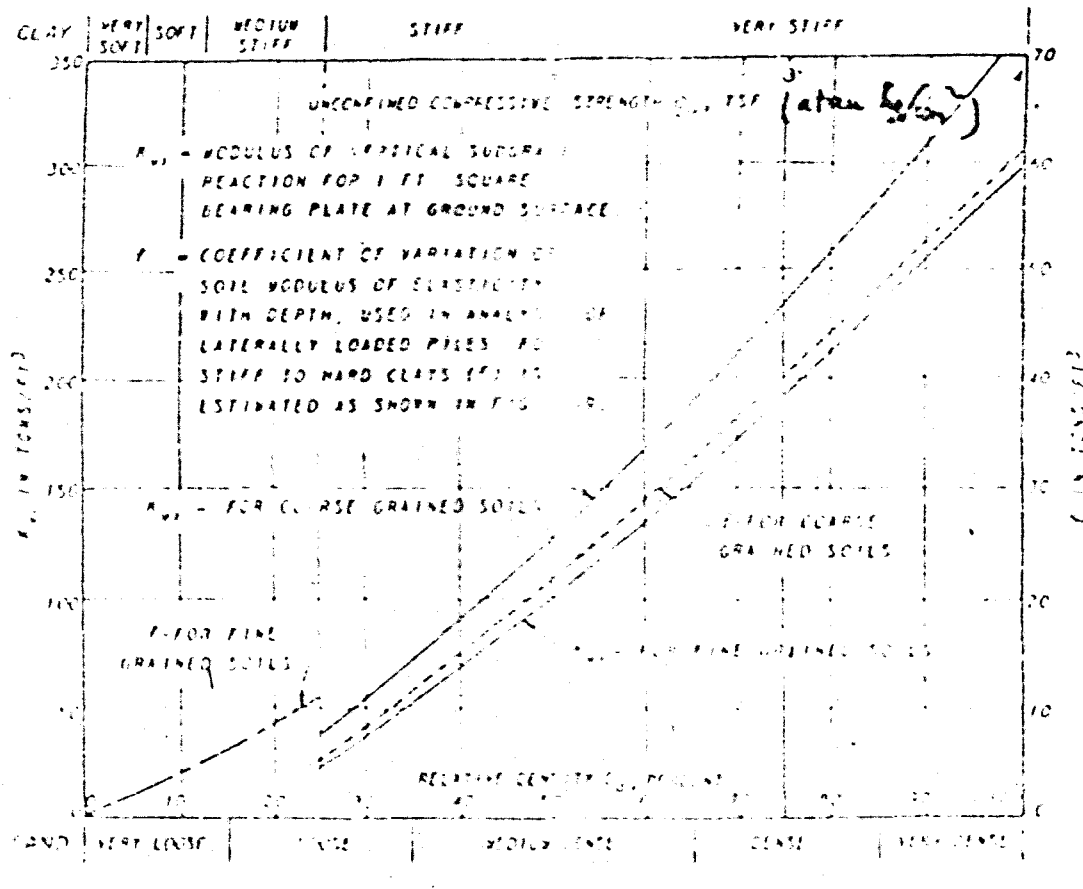
$$\theta_p = 1,6$$

$$\theta_m = 1,75$$

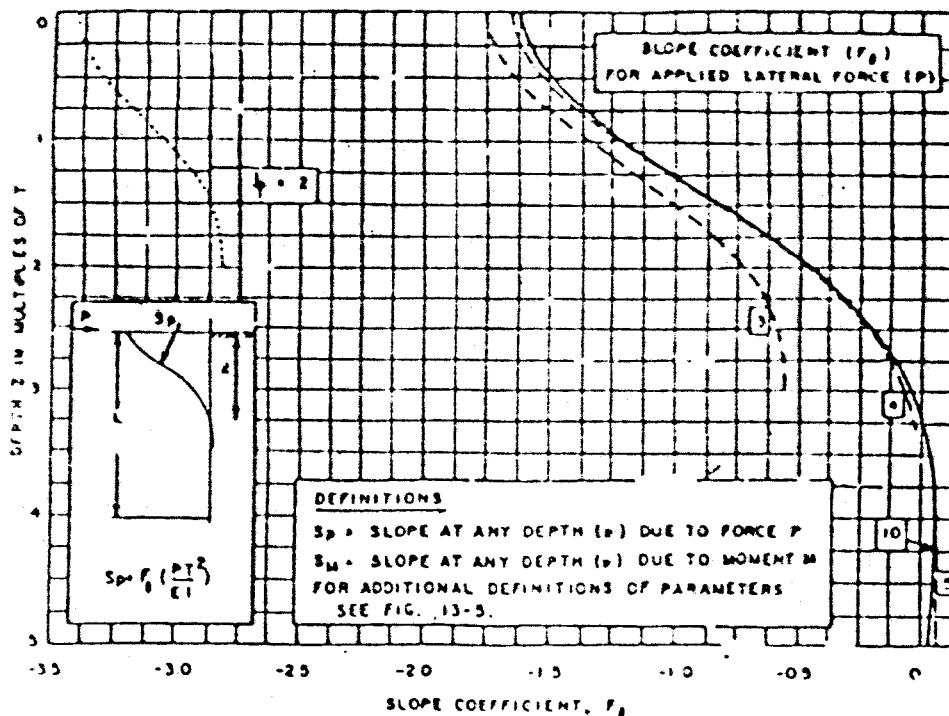
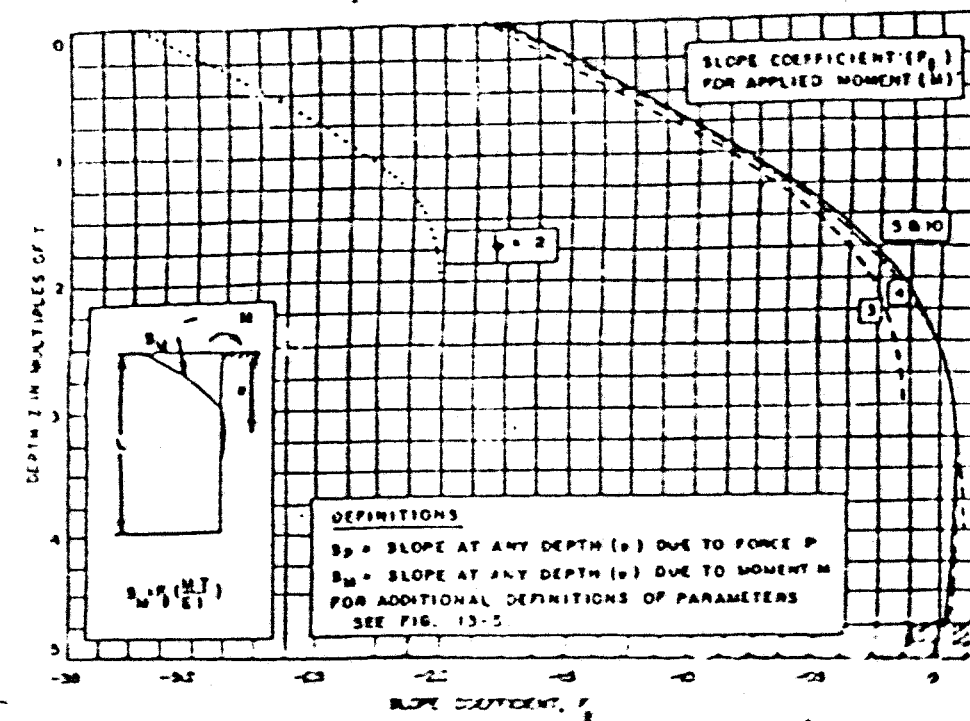
Dari perhitungan yang dilakukan diatas maka dapat diketahui besarnya defleksi yang terjadi pada jacket :

$$\begin{aligned} \theta &= 1,6 \left[\frac{7.475.616 * 452,82^2}{575.684,24 * 2,1 \cdot 10^6} \right] + 1,75 \left[\frac{1.2591 \cdot 10^{10} * 452,82}{575.684,24 * 2,1 \cdot 10^6} \right] \\ &= 2.029 + 8.253 \\ &= 10.282 \text{ cm} \end{aligned}$$

Pada proses iterasi yang dilakukan dengan menggunakan program fortran dan program untuk mencari angka keamanan, dapat diketahui bahwa pada angka keamanan kurang dari dua (pada iterasi ke 36) defleksi yang terjadi pada ujung kaki jaket dipermukaan dasar laut mencapai 11.139 cm.



Grafik VI.1 Koefisien modulus tanah (Noor Endah, 1990)



Grafik VI.2 Slope coefficient (Noor Endah, 1990)

BAB VII

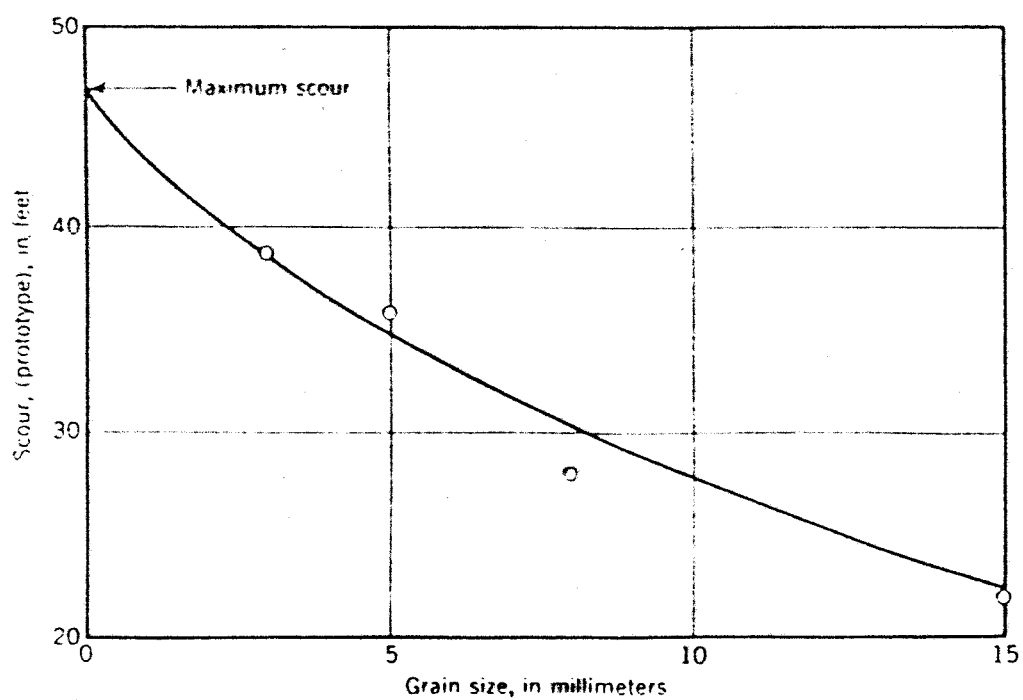
ANALISA HASIL

VII.1 DISKUSI

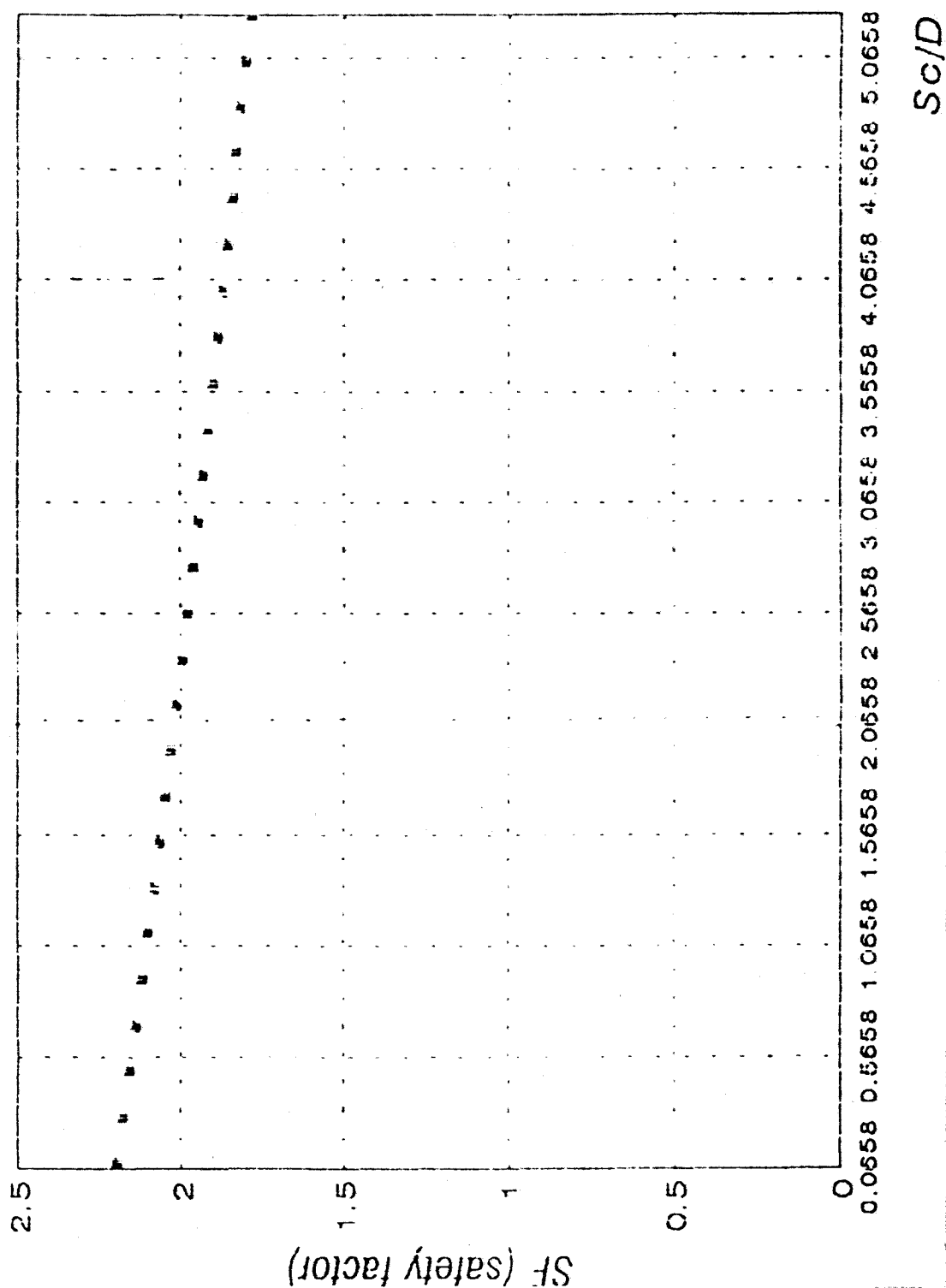
Dari teori-teori yang telah didapatkan oleh penulis serta perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa penyebab utama scour adalah aliran turbulen yang terjadi disekitar kaki jacket. Aliran ini lebih banyak mengangkut sedimen disekitar kaki jacket dibandingkan dengan aliran laminar (Herlich, 1978)

Penggerusan atau scouring juga dipengaruhi oleh ukuran dari materi dasar, kecepatan jatuh serta lokasi struktur, hal ini berarti berhubungan dengan sejarah geologi tanah tersebut, hubungan antara ukuran materi dasar serta kedalaman scour dapat dilihat pada grafik VII.1.

Sedang dari hasil perhitungan angka kemamanan dan perbandingan antara kedalaman scour dengan diameter kaki jaket dapat dibuat dalam bentuk grafik (Grafik VII.2)



Grafik VII.1 Hubungan antara ukuran materi dasar dengan kedalaman scour (Vanoni, 1977)



Grafik VII.2 Hubungan antara angka keamanan dengan perbandingan kedalaman scour dan diameter kaki jacket

VII.2 KESIMPULAN

1. Dari perhitungan momen guling dan angka keamanan yang telah dilakukan, penulis memperoleh kesimpulan bahwa pada kedalaman 175 cm, angka keamanan sudah tidak memenuhi syarat yang telah ditetapkan karena angka keamanan sudah kurang dari 2.
2. Pada kedalaman scour yang sudah tidak aman lagi bagi struktur (175 cm), kaki jacket dipermukaan dasar laut mengalami defleksi sebesar 11.139 cm.

VII.3 Saran

Dari kesimpulan diatas penulis menyarankan pada pihak pemilik platform, sebaiknya scour tetap diperhatikan, sebab bagaimanapun juga scour akan berpengaruh pada kestabilan struktur, terutama jika platform berada pada perairan arus deras seperti diselat Malaka.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 American Petroleum Institut, planning, designing and constructing Fixed offshore platform, RP 2A , Eleventh Edition, January 1991.
- 2 Brebbia, C.A dan S. Walker, Dynamic Analysis of offshore Structures, Newnes butterworths, 1979.
- 3 Bowles, J.E., Foudation Analysis and Design, McGraww-Hill book Company, 1988
- 4 Chakrabarti, S.K, Hydrodinamic of offshore structure, " Wave Force on Small Structure ", Computational Mechanics Publications Boston , 1987.
- 5 Cheung, K.P dan Kulhawy, F.H , Marine Foudation, Newyork SeaGrant institut , 1987
- 6 Dawson, T.H., Offshore Structural Engineering, Pretince-hall Inc. , 1983

- 7 Det Norske Veritas, Rules for the Design Construction and Inspection of Offshore Structure, 1977
- 8 Ippen, A.T., Hydrodynamic Coastalline Engineering, McGraw - Hill Book Company, INC, New york, 1966
- 9 Herbich, B. , Scour Around A Group of Pile , Proceedings of the Offshore Technology Conference , paper OTC , 1978
- 10 Machemel , J.L. , dan Abad, G. , Scour Around Marine Foundations, Proceedings of the Offshore Technology Conference, paper OTC , 1977
- 11 Noor Endah , PONDASI , Diktat Kuliah, Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, 1990.
- 12 Sulistiyadi, K. , Uji Model Fisik Gerusan Akibat Gelombang pada Bangunan Lepas Pantai, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil UGM , Yogyakarta , 1992 .
- 13 Sugianto, Analisa Kestabilan Lereng Yang Terbatas pada Sea - Bed, Tugas Akhir , Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh November , Surabaya, 1990.

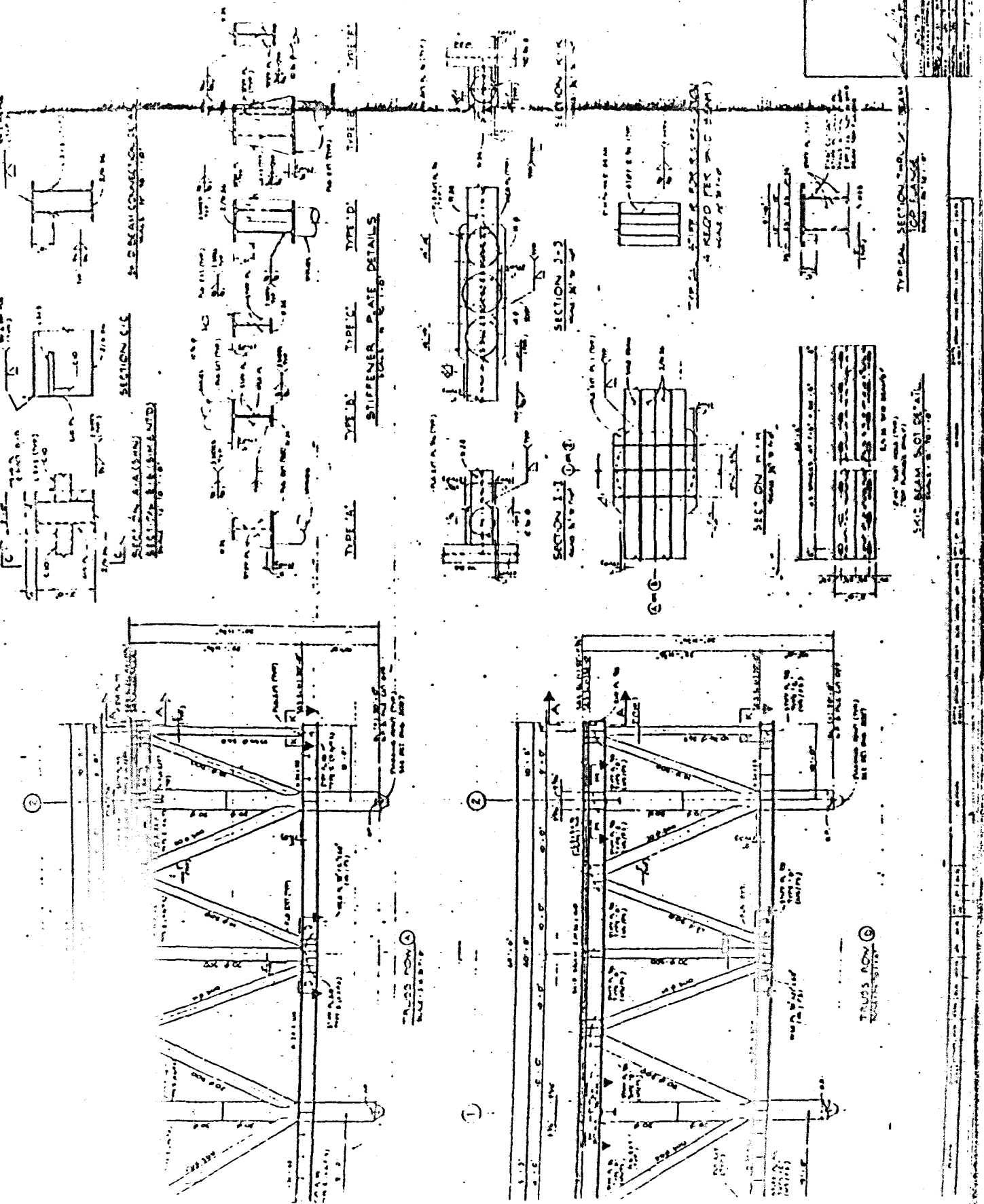
- 14 Sarpkaya. T dan Isaacson. M, Mechanic Of Wave Force Structure, Van Nostrand ReinHold Company, 1981
- 15 Vanoni, " Sedimentation Engineering ", chapter 2 section C, American Society of Civil Engineering, 1977

Singapore

Dimensions related to the different element group labels are:

WSB	: Wish bone elements :	30.0" 0 x 1.0" (dummy)
HB1	: Horizontal bracings:	18.0" 0 x 0.625"
HB2	: Horizontal bracings:	12.75" 0 x 0.438" ✓
HB3	: Horizontal bracings:	12.75" 0 x 0.375" ✓
HB4	: Horizontal bracings:	10.75" 0 0.365" ✓
HB5	: Horizontal bracings:	8.625" x 0.322" ✓
HB6	: Horizontal bracings:	6.625" x 0.28" ✓
HB7	: Horizontal bracings:	16.0" 0 x 0.5" ✓
HB8	: Horizontal bracings:	14.0" 0 x 0.438" ✓
HB9	: Horizontal bracings:	18.0" 0 x 0.5" ✓
HB0	: Horizontal bracings:	16.0" 0 x 0.438" ✓
PI	: Piles :	30.0" 0 x 1.5" ✓
LEG	: Legs :	34.0" 0 x 0.5" ✓
DB1	: Diagonal bracings :	24.0" 0 x 0.5"
DB2	: Diagonal bracings :	20.0" 0 x 0.5"
DB3	: Diagonal bracings :	20.0" 0 x 0.625"
DB4	: Diagonal bracings :	14.0" 0 x 0.5"
DB5	: Diagonal bracings :	10.75" 0 x 0.5"
DL1	: Deck legs :	30.0" 0 x 1.5"
DL2	: Deck legs :	30.0" 0 x 1.0"
WF1	: Wide flange beams :	W24 x 60
WF2	: Wide flange beams :	W24 x 55
WF3	: Wide flange beams :	W24 x 104
WF4	: Wide flange beams :	W24 x 60

WF5	:	Wide flange beams	:	W24 x 76
WF6	:	Wide flange beams	:	W12 x 22
WF7	:	Wide flange beams	:	W10 x 22
WF8	:	Wide flange beams	:	W16 x 45
WF9	:	Wide flange beams	:	W16 x 45
WF0	:	Wide flange beams	:	W24 x 117
C10	:	Channel beam	:	C10 x 15.3



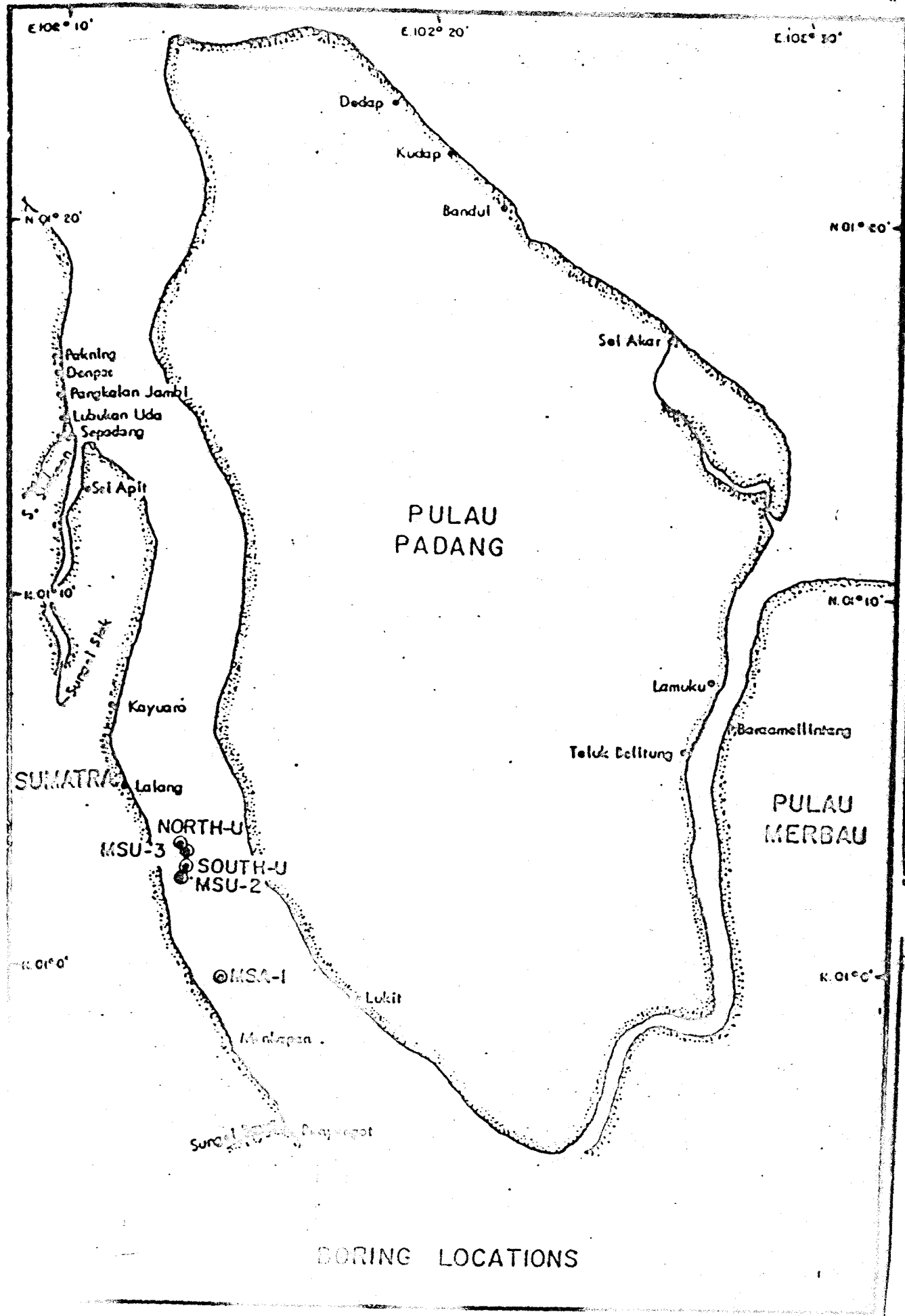
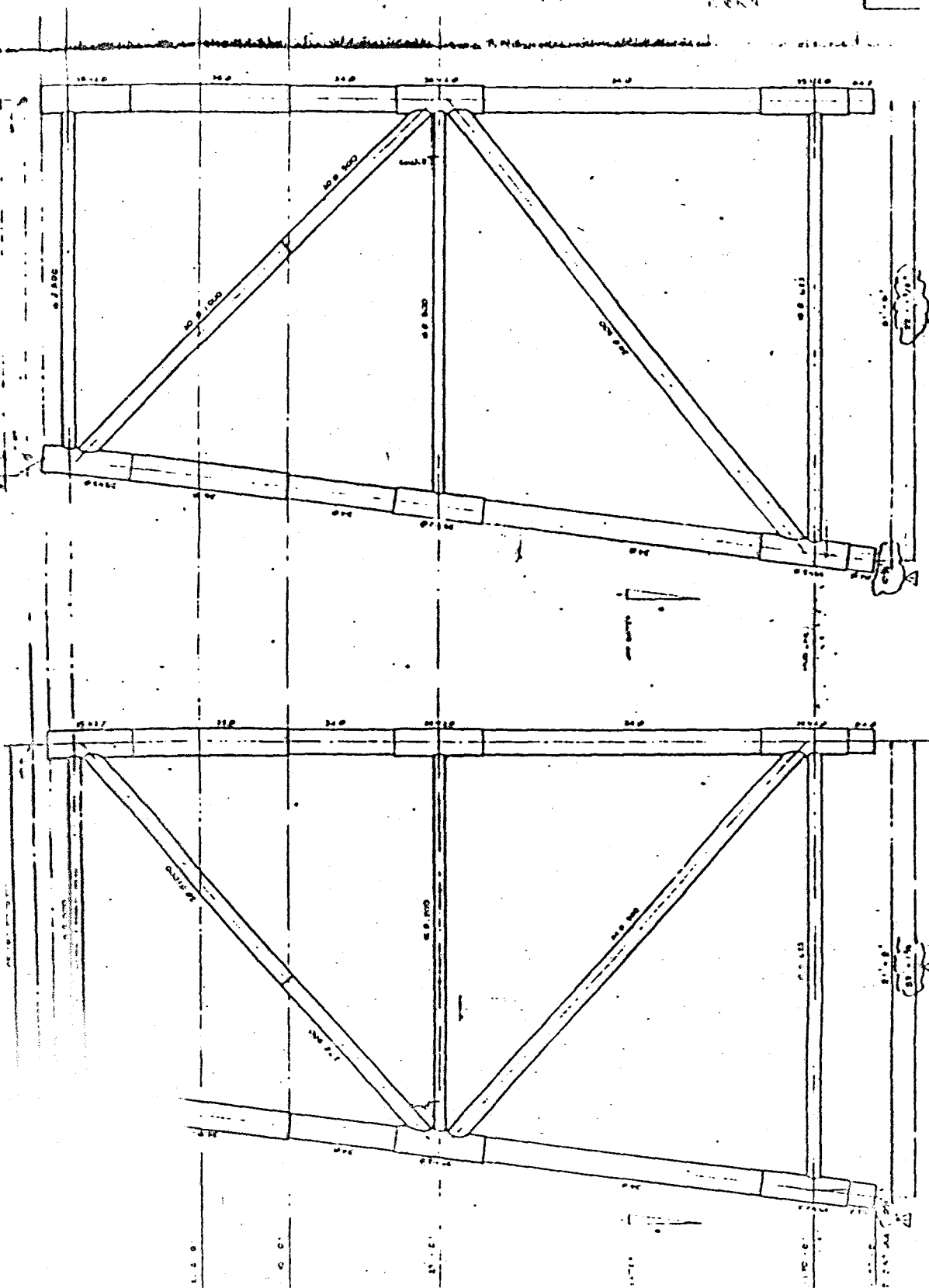


TABLE 3.1 MSU-2 BORING SOIL PARAMETERS

LAYER NO	TYPE CLAY = 0 SAND = 1	DEPTH (M)	γ' (KN/M3)	E (KN/M2)	μ	S_u (KN/M2)	τ_{skin} (KN/M2)	ϕ°	E 50
1	0	1.262	0.0061	5.0	0.49	0.0184	0.0184		0.0160
2	0	2.262	0.0061	5.0	0.49	0.0285	0.0285		0.0150
3	0	3.262	0.0062	7.0	0.49	0.0351	0.0351		0.0140
4	0	4.262	0.0062	7.0	0.49	0.0374	0.0374		0.0130
5	0	5.262	0.0062	7.0	0.49	0.0398	0.0398		0.0120
6	0	6.262	0.0062	7.0	0.49	0.0421	0.0421		0.0110
7	0	7.262	0.0062	7.0	0.49	0.0445	0.0445		0.0100
8	0	14.0	0.0065	13.0	0.49	0.0660	0.0488		0.0060
9	0	22.0	0.0065	13.0	0.49	0.0660	0.0488		0.0040
10	0	28.0	0.0080	16.0	0.49	0.0833	0.0566		0.0040
11	1	31.0	0.0088	53.0	0.49		0.0659	30.0	
12	0	43.262	0.0078	39.0	0.49	0.0977	0.0741		0.0056
13	1	47.262	0.0096	75.0	0.49		0.0830	30.0	
14	1	54.262	0.0096	80.0	0.49		0.0830	30.0	
15	1	66.262	0.0096	130.0	0.49		0.0977	35.0	
16	1	78.0	0.0096	145.0	0.49		0.0977	35.0	



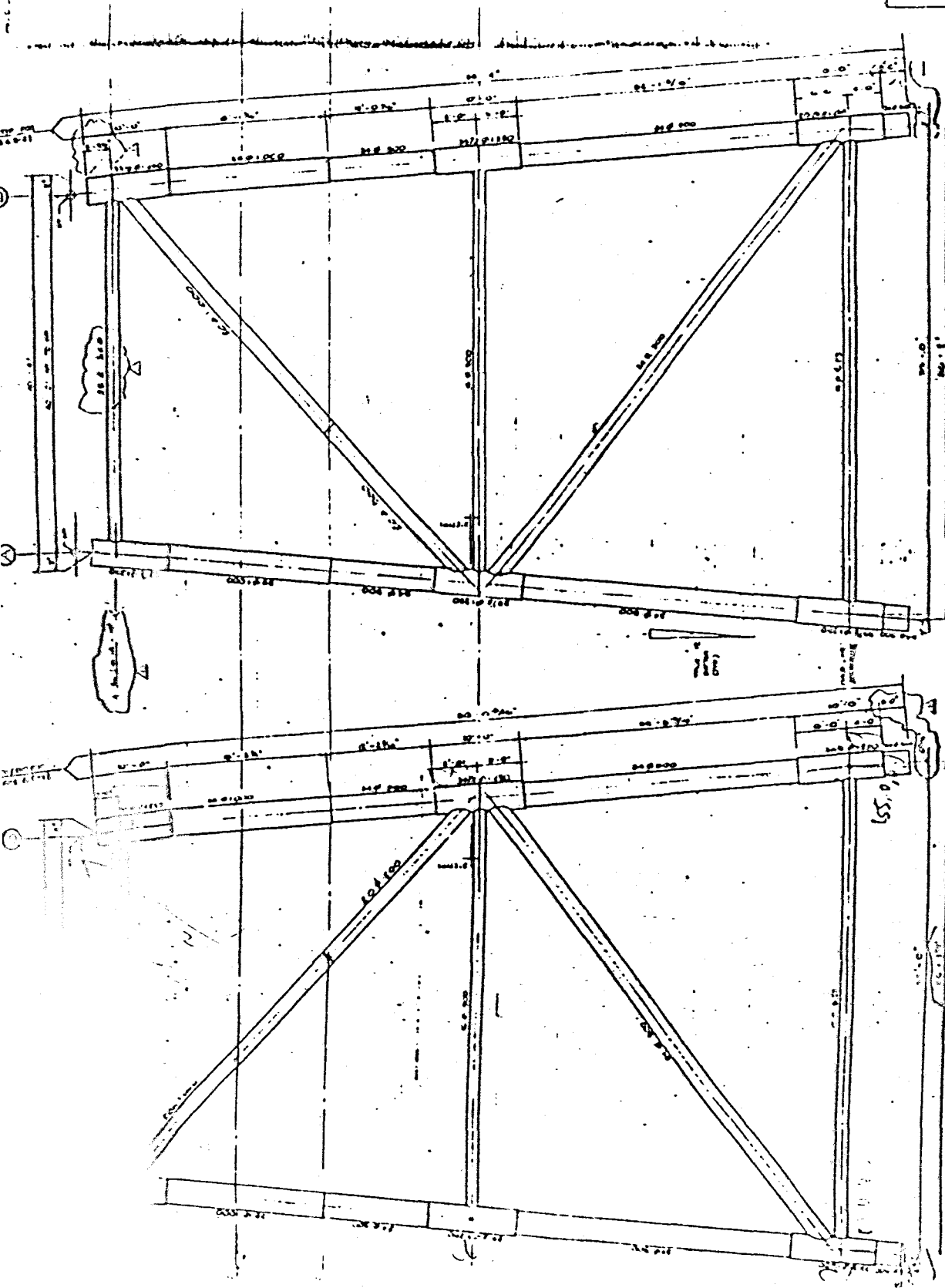
VERTICAL DRAWING A

VERTICAL DRAWING B

FOR CUSTOMER APPROVAL

THIS DRAWING IS FOR BID USE ONLY. ALL DIMENSIONS WILL BE SUBJECT TO REVISIONS WHEN NECESSARY FOR CONSTRUCTION.

4-PNE WELLHEAD PLAN	
L.W.A.	
Mudbay Oil Industries S.A.	
PT. PEDRO MOUNTAINS TRIGS EMP.	
DATE: 10/10/66	
BY: [Signature]	
CHECKED: [Signature]	
APPROVED: [Signature]	



VERBAL EXAMINING ROOM ②

Verletzt man sich nicht? ①

4-PILE WELLHEAD PLATFORM
'LWA'.

Muddy Oil (Mudco Street) Ltd.
100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915

P.T. Paramo Metro Wigo Engineering

1

[illegible]

100-443887-100

FOR APPROVAL

THE DUB OF THE BOY'S DANCE
AND THE DANCE OF THE BOY'S DANCE
THE DANCE OF THE BOY'S DANCE
THE DANCE OF THE BOY'S DANCE

[illegible]

[Faint, illegible handwritten notes]

$$\frac{6.4}{77.0 \times 10^3}$$

```

C$NOEX
C$NOLIST

C      *****

C      * PROGRAM UNTUK MENCARI BEBAN GELOMBANG      *
C      * PADA STRUKTUR JACKET DENGAN MENGGUNAKAN    *
C      * PERSAMAAN GELOMBANG STOKES V                *
C      * DAN TEORI MORISON                            *
C      *****

REAL TRIAL(3)

DIMENSION JN(30),KN(30)

DIMENSION XB(30),YB(30),ZB(30),XC(30),YC(30),ZC(30)

DOUBLE PRECISION L(3),A,B,LAMB,dFX(300),dFY(300)

DOUBLE PRECISION B33,S,CS,B35

DOUBLE PRECISION B55,C1,C2,TRB,TRC

OPEN(1,FILE='A:DATA.DAT')

OPEN(2,FILE='A:HASIL.DAT')

CALL TAMPIL

CALL LAMDA(H,d,T,LAMB,B,A,S,CS,C1,C2)

CALL GAYA(S,CS,C1,C2,A,B,LAMB,d,dF)

WRITE(*, '(20X,A)') '      RUN PROGRAM SUKSES'

PRINT*,CHAR(27), '[0m'

C      CALL MAXI (FI,BESAR)

END

```


C=====

```

SUBROUTINE TAMPIL
PRINT*,CHAR(27),'[0;47m'
PRINT*,CHAR(27),'[2J'
PRINT*,CHAR(27),'[0;1H'
PRINT*,CHAR(27),'[1;33m'
WRITE(*,'(20X,A)')
WRITE(*,'(20X,A)')
PRINT*,CHAR(27),'[5;33m'
WRITE(*,'(20X,A)')
PRINT*,CHAR(27),'[3;1H'
PRINT*,CHAR(27),'[0;45;1;32m'
RETURN
END

```

C=====

C===== MENCARI HARGA LAMDA DENGAN TRIAL AND ERROR =====

```

SUBROUTINE LAMDA(H,d,T,LAMB,B,A,S,CS,C1,C2)
REAL TRIAL(3)
DOUBLE PRECISION L(3),A,B,LAMB
DOUBLE PRECISION B33,S,CS,B35
DOUBLE PRECISION B55,C1,C2,TRB,TRC
READ (1,*)H,T,d
G=9.81
J=1

```

```

P=3.1415926

WRITE(2,13)H,T,d

13  FORMAT('DATA GELOMBANG',/,
'=====',/,
'TINGGI GELOMBANG   =',F10.3,/,
'PERIODE GELOMBANG  =',F10.3,/,
'KEDALAMAN PERAIRAN =',F10.3)

10  L(1)=10
    L(2)=500

24  L(3)=(L(1)+L(2))/2.

    DO 20 I=1,3,2

        B=2*P/L(I)

        A=P*H/L(I)

        S=SINH(2*P*d/L(I))

        CS=COSH(2*P*d/L(I))

C

C ===== KOEFISIEN B =====

B33=(3*(8*CS**6+1))/(64*S**6)

B35=(128*CS**14-208224*CS**12+70848*CS**10+
'      10368*CS**8-21816*CS**6+6264*CS**4-54*CS**2-81)/
'      18*S**12*(6*CS**2-1))

B55=(2000*CS**16-262720*CS**14+83680*CS**12+
'      12288*CS**10-7280*CS**8)/(12288*S**10*(6*CS**2-1)*
'      **4-11*CS**2+3)))+
'      10*CS**6-1800*CS**4-1050*CS**2+225)/

```

```

      (12288*S**10*(6*CS**2-1)
      *(8*CS**4-11*CS**2+3)))

C

C ===== KOEFISIEN C =====

      C1=(8*CS**4-8*CS**2+9)/(8*S**4)
      C2=(3840*CS**12-4096*CS**10+2592*CS**8-1008*CS**6+
      5944*CS**4-1830*CS**2+147)/(512*S**10*(6*CS**2-1))

C

C===== MULAI TRIAL AND ERROR =====

      TRB=(A+A**3*B33+A**5*(B35+B55))
      TRC=(G*T**2/(2*P))*TANH(B*d)*((1+A**2*C1+A**4*C2)
      TRIAL(I)=P*H/d-TRB*TRC/d

20  CONTINUE

      J=J+1

      IF (J.EQ.100) GOTO 22

      F=TRIAL(1)*TRIAL(3)

      IF(F)21,22,23

21  L(2)=L(3)

      GOTO 24

23  L(1)=L(3)

      GOTO 24

22  LAMB=L(3)

      WRITE (2,5)LAMB

5   FORMAT('PANJANG GELOMBANG  =',D20.10)

```

RETURN

END

C=====

C===== MENCARI GAYA GELOMBANG =====

SUBROUTINE GAYA(S,CS,C1,C2,A,B,LAMB,d,dF)

REAL LL(30),DIA(30),CD(30),CM(30)

DIMENSION JN(30),KN(30)

DIMENSION XB(30),YB(30),ZB(30),XC(30),YC(30),ZC(30)

DOUBLE PRECISION A,B,LAMB,PV(10),C0,C,dFX(300),

dFY(300)

DOUBLE PRECISION S,CS,A11,A13,A15,A22,A24,FXh(300),

FYh(300)

DOUBLE PRECISION C1,C2,A33,A35,A44,A55,C3,C4

P=3.1415926

G=9.81

C===== KOEFISIEN A =====

A11=1/S

A13=((-1)*(CS**2*(5*CS**2+1)))/(8*S**5)

A15=((-1)*((1184*CS**10-1440*CS**8-1992*CS**6+
2641*CS**4-249*CS**2+18)))/(1536*S**11)

A22=3/(8*S**4)

A24=((192*CS**8-424*CS**6-312*CS**4+480*CS**2-17)/
(768*S**10))

$$A33=(13-4*CS**2)/(64*S**7)$$

$$A35=(512*CS**12-4224*CS**10-6800*CS**8-12808*CS**6+16704*CS**4-3154*CS**2+107)/$$

$$(4096*S**13*(6*CS**2-1))$$

$$A44=(80*CS**6-816*CS**4+1338*CS**2-197)/$$

$$(1536*S**10*(6*CS**2-1))$$

$$A55=(-1)*(2880*CS**10-72480*CS**8+324000*CS**6-432000*CS**4+163470*CS**2-16245)/$$

$$(61440*S**11*(6*CS**2-1)*(8*CS**4-11*CS**2+3))$$

C

C===== KOEFISIEN C =====

$$C3=-1/(4*S*CS)$$

$$C4=(12*CS**8+36*CS**6-162*CS**4+141*CS**2-27)/$$

$$(192*CS*S**9)$$

$$C0=SQRT(G*LAMB*TANH(B*d)/(2*P))$$

$$C=SQRT(C0**2*(1+A**2*C1+A**4*C2))$$

C

C===== KONSTANTA DARI POTENTIAL VELOCITY =====

$$PV(1)=A*A11+A**3*A13+A**5*A15$$

$$PV(2)=A**2*A22+A**4*A24$$

$$PV(3)=A**3*A33+A**5*A35$$

$$PV(4)=A**4*A44$$

$$PV(5)=A**5*A55$$

C

C===== KOMPONEN GAYA =====

```

      READ(1,*)RHO
      READ(1,*)NN,JE
      WRITE(2,2)
2    FORMAT(/,'KOORDINAT SEMPUL',/, 'SIMPUL',4X,'X',8X,'Y',
      '10X','Z', '-----')
      DO 51 L=1,NN
      READ(1,*)J,XB(J),YB(J),ZB(J)
      WRITE(2,3)J,XB(J),YB(J),ZB(J)
3    FORMAT(I3,3(3X,F7.3))
51   CONTINUE
      WRITE(2,5)
5    FORMAT(/,'INFORMASI ELEMEN',/,
      'ELEM   J   K   PANJANG   DIAMETER   FX
      FY';70(' '))
      DO 4 J=1,JE
      READ(1,*)I,JN(I),KN(I),DIA(I),CM(I),CD(I)
      XC(I)=XB(KN(I))-XB(JN(I))
      YC(I)=YB(KN(I))-YB(JN(I))
      ZC(I)=ZB(KN(I))-ZB(JN(I))
      LL(I)=SQRT(XC(I)**2+YC(I)**2+ZC(I)**2)
      DO 7 IT=1,30
      IF (YC(I).EQ.0.AND.XC(I).EQ.0) THEN

```

```

X=XB(KN(I))
Y=YB(KN(I))
U=0
V=0
AX=0
AY=0
DO 9 II=1,5
    U=U+C*II*PV(II)*COSH(II*B*(d+Y))*COS(II*B*(X-C*IT))
    V=V+C*II*PV(II)*SINH(II*B*(d+Y))*SIN(II*B*(X-C*IT))
    AX=AX+C**2*II**2*B*PV(II)*COSH(II*B*(d+Y))*SIN(II
        *B*(X-C*IT))
    AY=AY+(-1)*C**2*II**2*B*PV(II)*SINH(II*B*(d+Y))
        *COS(II*B*(X-C*IT))
9  CONTINUE
WRITE(*,1111)U,AX
1111 FORMAT('>>',2(3X,F10.3))
dFX0=0.5*RHO*CD(I)*DIA(I)*LL(I)*ABS(U)*U +
    0.25*RHO*P*DIA(I)**2*CM(I)*AX
dFY0=0.5*RHO*CD(I)*DIA(I)*LL(I)*ABS(V)*V +
    0.25*RHO*P*DIA(I)**2*CM(I)*AY
FXh(IT)=dFX0
FYh(IT)=dFY0
ELSE
TETA=ACOS((XC(I))/(SQRT(XC(I)**2+YC(I)**2)))

```

```

      ALPHA=XC(I)/SQRT(XC(I)**2+YC(I)**2)
      BETA=YC(I)/SQRT(XC(I)**2+YC(I)**2)
      SETA=ACOS(ZC(I)/LL(I))
      CX=SIN(SETA)*COS(TETA)
C      CZ=SIN(SETA)*SIN(TETA)
      CY=COS(SETA)
      DEL=LL(I)/28
C      DO 7 IT=1,10
      IJ=1
      DO 6 M=1,28
          X=XB(JN(I))+(IJ*DEL-DEL/2)*ALPHA
          Y=YB(JN(I))+(IJ*DEL-DEL/2)*BETA
      U=0
      V=0
      AX=0
      AY=0
      DO 507 II=1,5
          U=U+C*II*PV(II)*COSH(II*B*(d+Y))*COS(II*B*(X-C*IT))
          V=V+C*II*PV(II)*SINH(II*B*(d+Y))*SIN(II*B*(X-C*IT))
          AX=AX+C**2*II**2*B*PV(II)*COSH(II*B*(d+Y))*SIN(II
              *B*(X-C*IT))
          AY=AY+(-1)*C**2*II**2*B*PV(II)*SINH(II*B*(d+Y))
              *COS(II*B*(X-C*IT))
07  CONTINUE

```



```

VV=SQRT(U**2+V**2-((CX*U+CY*V)**2))
Un=U-(CX*CX*U+CX*CY*V)
Vn=V-(CY*CX*U+CY*CY*V)
AnX=AX-CX*(CX*AX+CY*AY)
AnY=AY-CY*(CX*AX+CY*AY)
dFX(M)=0.5*RHO*CD(I)*DIA(I)*VV*ABS(Un)*Un+
        0.25*RHO*P*DIA(I)**2*CM(I)*AnX
dFY(M)=0.5*RHO*CD(I)*DIA(I)*VV*ABS(Un)*Vn+
        0.25*RHO*P*DIA(I)**2*CM(I)*AnY
IJ=IJ+1
6  CONTINUE
CALL SIMPSON(dFX,DEL,FX)
FXh(IT)=FX
CALL SIMPSON(dFY,DEL,FY)
FYh(IT)=FY
ENDIF
7  CONTINUE
CALL MAXI(FXh,AFXm)
CALL MAXI(FYh,AFYm)
WRITE(2,8) I,JN(I),KN(I),LL(I),DIA(I),AFXm,AFYm
8  FORMAT(I3,2(2X,I3),3X,F8.3,5X,F6.2,1X,2(D15.5))
WRITE(*,109)J
109 FORMAT('ELEMENT ',I2,' PROCESSED')
4  CONTINUE

```

RETURN

END

C=====

C===== Mencari Gaya Gelombang Max =====

SUBROUTINE MAXI(dF,BESAR)

DOUBLE PRECISION dF(50)

BESAR=0

DO 60 I=1,30

IF (BESAR.GT.dF(I)) THEN

GOTO 60

ENDIF

BESAR=dF(I)

60 CONTINUE

RETURN

END

C=====

C===== Mencari Gaya Total =====

SUBROUTINE SIMPSON(dF,DEL,F)

DOUBLE PRECISION dF(300)

SIGMA=0

DO 1 I=1,28

J=I/2

B=I/2.

C=B-J

IF (I.EQ.1.OR.I.EQ.28) THEN

 A=dF(I)*1

ELSE IF (C.EQ.0) THEN

 A=dF(I)*4

ELSE

 A=dF(I)*2

ENDIF

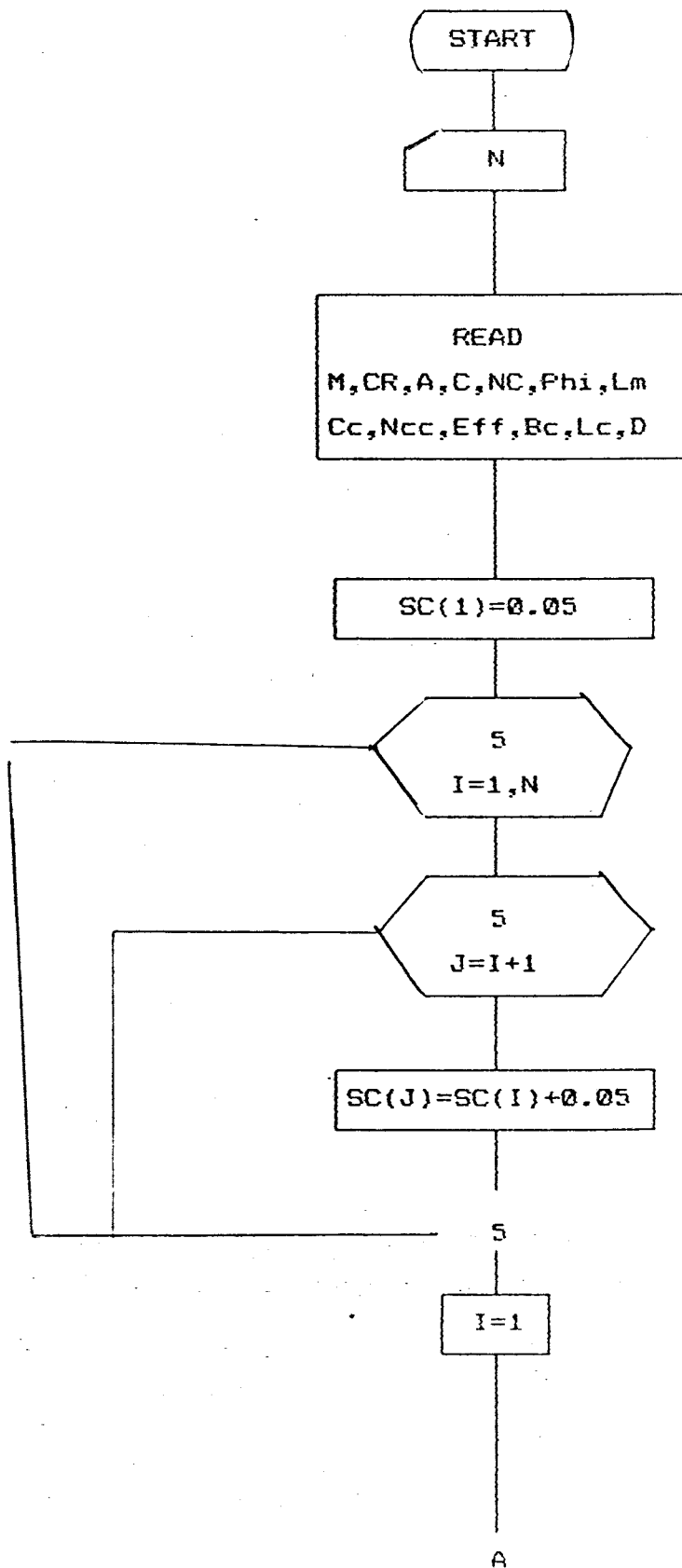
SIGMA=SIGMA+A

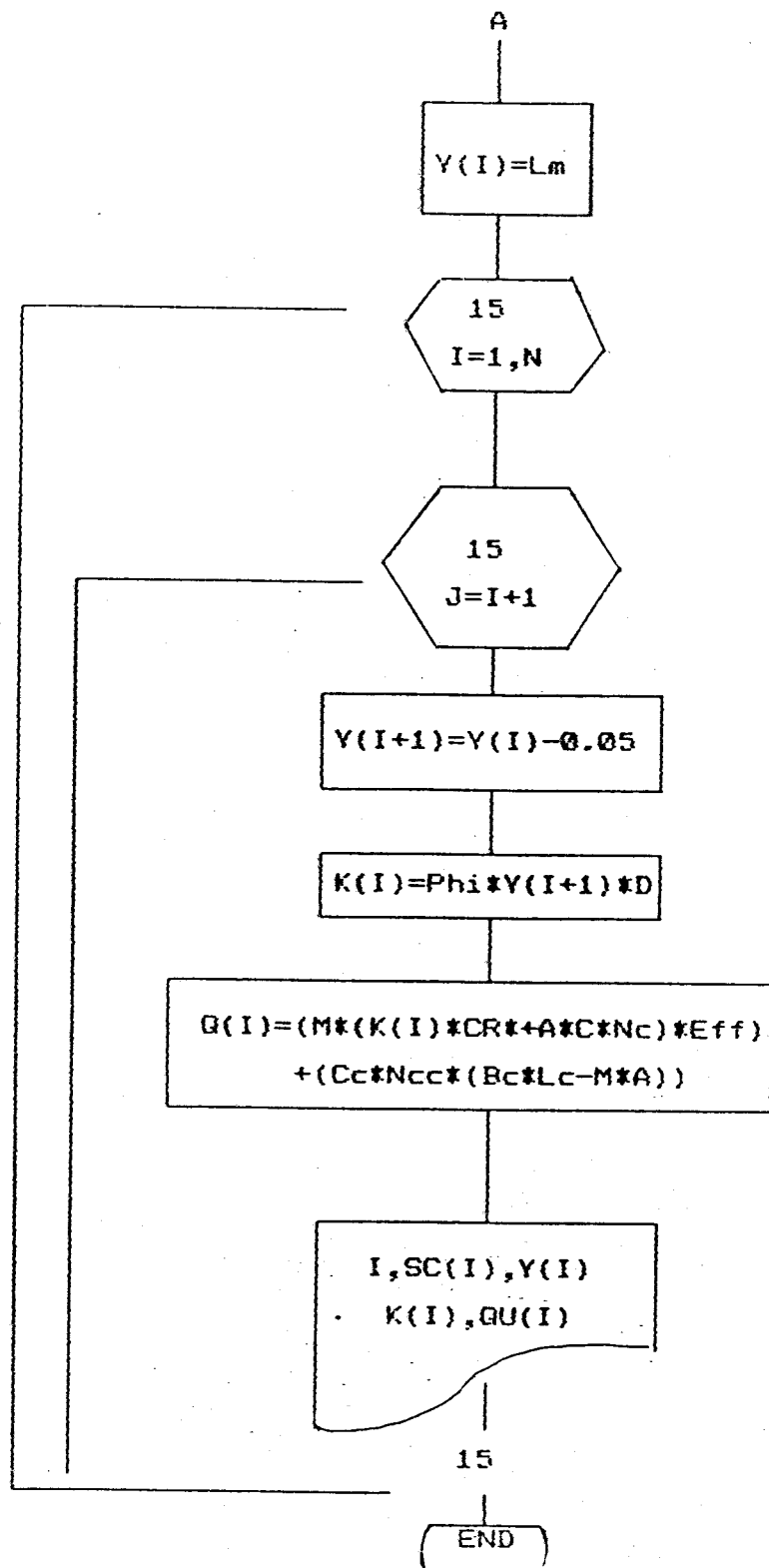
1 CONTINUE

F=(DEL*SIGMA)/3

RETURN

END





C#NOEXT

```

C      *****
C      *   PROGRAM 2 UNTUK MENCARI DAYA DUKUNG TANAH   *
C      *           PADA TIANG BERKELOMPOK SETELAH           *
C      *           TERJADINYA Pengerusan                   *
C      *****

```

```

      DIMENSION SC(100),K(100),QU(100),Y(100)

```

```

      REAL TRIAL(3),Lc,Ncc,Lm,K ,M,NC

```

```

      DOUBLE PRECISION QU

```

```

      OPEN(2,FILE='B:HASIL.DAT')

```

```

      READ,N

```

```

      READ(*,*)M

```

```

      WRITE(2,10)M

```

```

10  FORMAT(2X,'JUMLAH TIANG PANCANG='\,F4.2,/)

```

```

      READ(*,*)CR

```

```

      WRITE(2,20)CR

```

```

20  FORMAT(2X,'KOHESI RATA-RATA='\,F10.4,/)

```

```

      READ(*,*)A

```

```

      WRITE(2,30)A

```

```

30  FORMAT(2X,'LUAS PENAMPANG TIANG='\,F8.6,/)

```

```

      READ(*,*)C

```

```

      WRITE(2,40)C

```

```

40  FORMAT(2X,'KOHESI DIBAWAH TIANG='\,F15.4,/)

```

```

      READ(*,*)NC

```

```

      WRITE(2,50)NC

```

```
50 FORMAT(2X,'FAKTOR DAYA DUKUNG TANAH DIUJUNG TIANG
   =' \,F8.4,/)
   READ(*,*)Eff
   WRITE(2,60)Eff
60 FORMAT(2X,'EFFISIENSI=' \,F8.6,/)
   READ(*,*)Cc
   WRITE(2,70)Cc
70 FORMAT(2X,'KOHESI DIBAWAH POOR=' \,F10.4,/)
   READ(*,*)Ncc
   WRITE(2,80)Ncc
80 FORMAT(2X,'FAKTOR DAYA DUKUNG DIBAWAH POOR=' \,F10.4,/)
   READ(*,*)Bc
   WRITE(2,90)Bc
90 FORMAT (2X,'LEBAR POOR=' \,F10.4,/)
   READ(*,*)Lc
   WRITE(2,100)Lc
100 FORMAT(2X,'PANJANG POOR=' \,F10.4,/)
   READ(*,*)D
   WRITE(2,110)D
110 FORMAT(2X,'DIAMETER PILE=' \,F4.3,/)
   READ(*,*)Phi
   WRITE(2,120)Phi
120 FORMAT(2X,'Phi=' \,F10.4,/)
   READ(*,*)Lm
   WRITE(2,130)Lm
130 FORMAT(2X,'PANJANG PILE MAX.=' \,F10.3,/)
```

```
SC(1)=0.05

DO 5 I=1,N

  J = I + 1

  SC(J)=SC(I)+0.05

5 CONTINUE

  WRITE(2,140)

140 FORMAT(2X,'NO',3X,'SC(I)',5X,'L(I)',8X,'K(I)',14X
  ', 'QU(I)')

  I=1

  Y(I)=Lm

  DO 15 I = 1,N

    J = I + 1

    Y(I+1)= Y(I) - 0.05

    K(I)=Phi*Y(I+1)*D

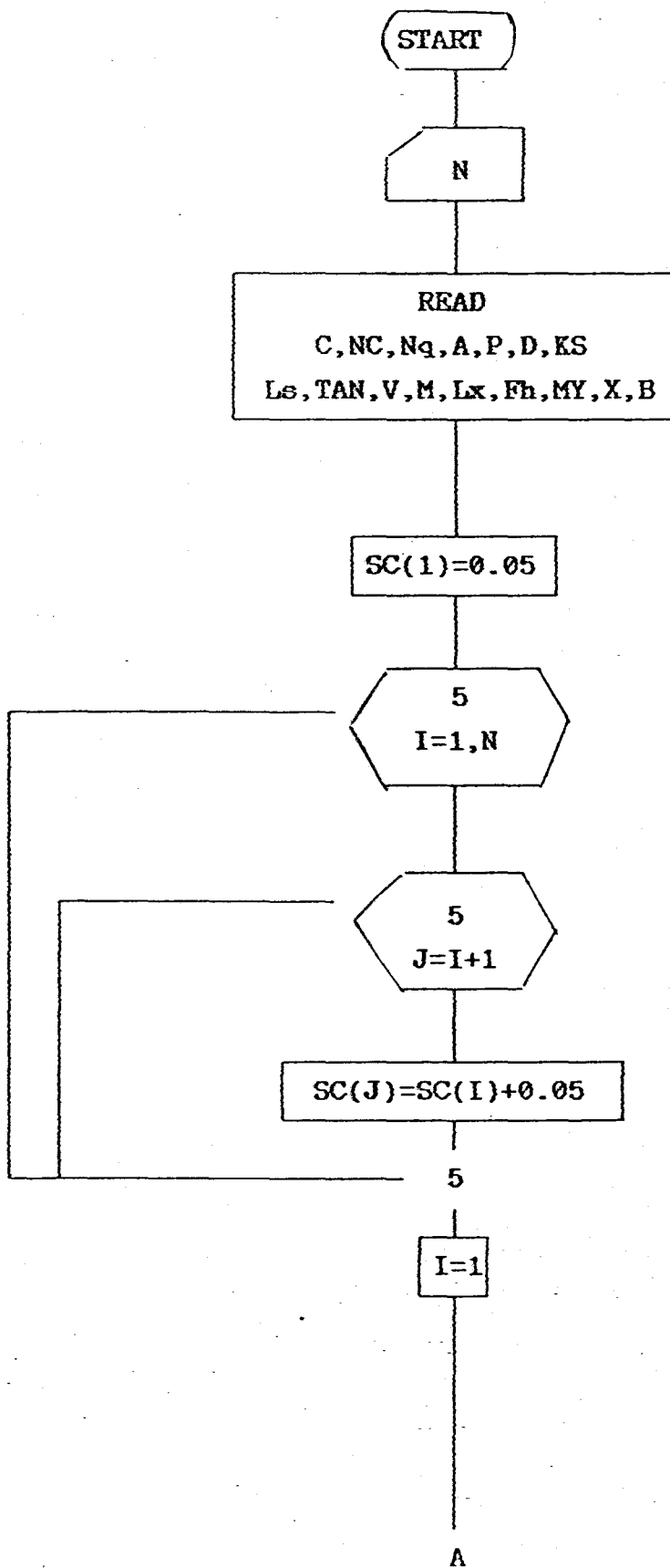
    QU(I)=(M*(K(I)*CR+A*C*Nc)*Eff)+(Cc*Ncc*(Bc*Lc-M*A))

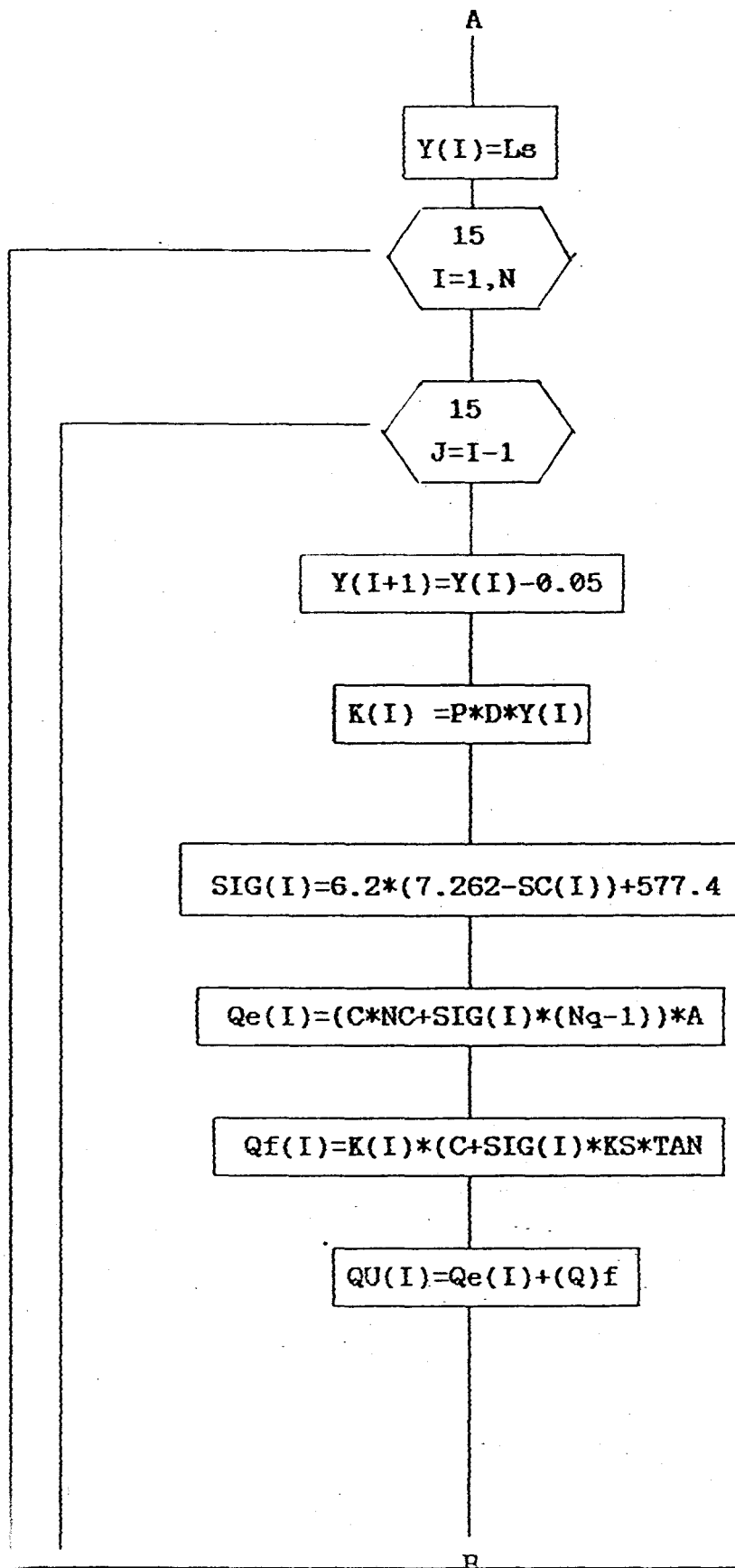
    WRITE(2,150)I,SC(I),Y(I),K(I),QU(I)

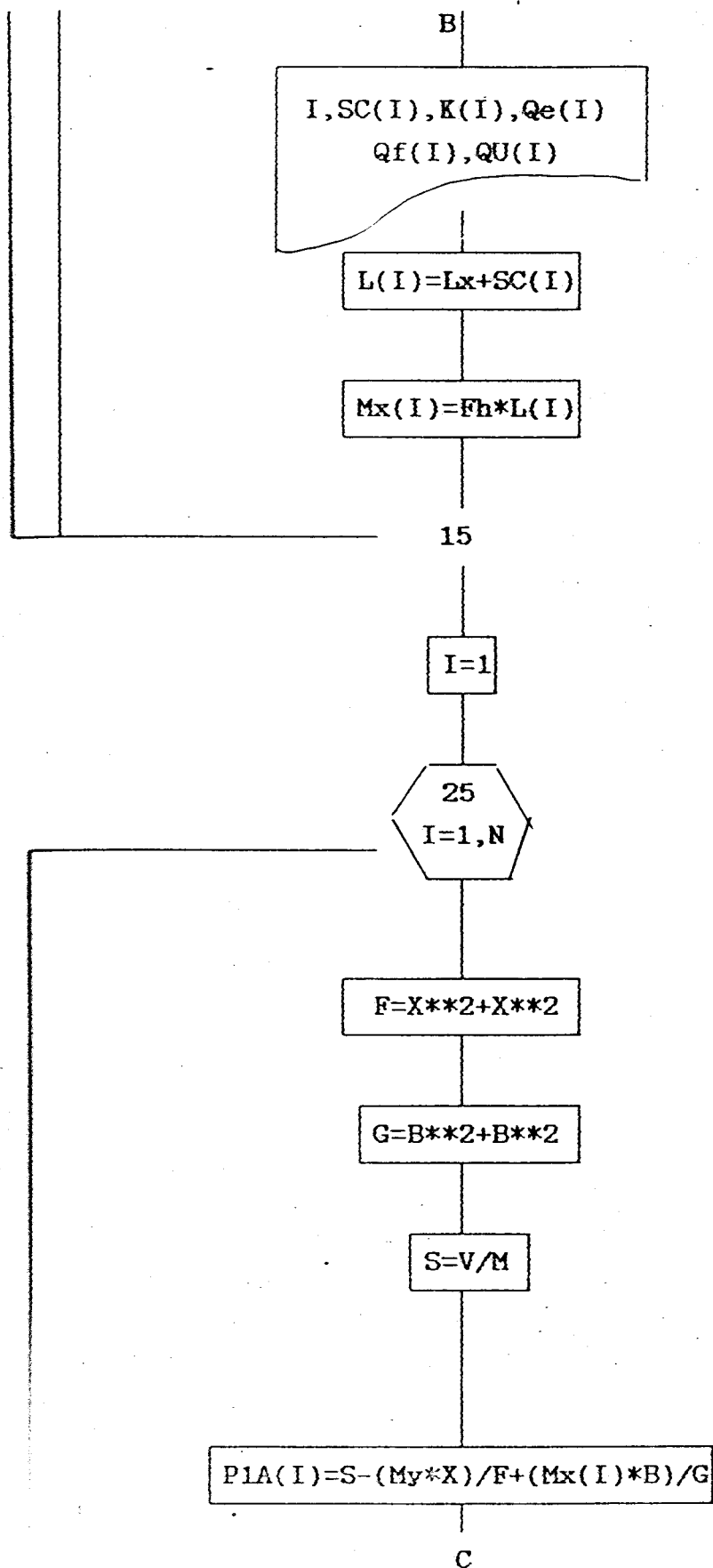
150 FORMAT(1X,I3,2X,F6.2,3X,F8.4,6X,F9.4,4X,F14.4)

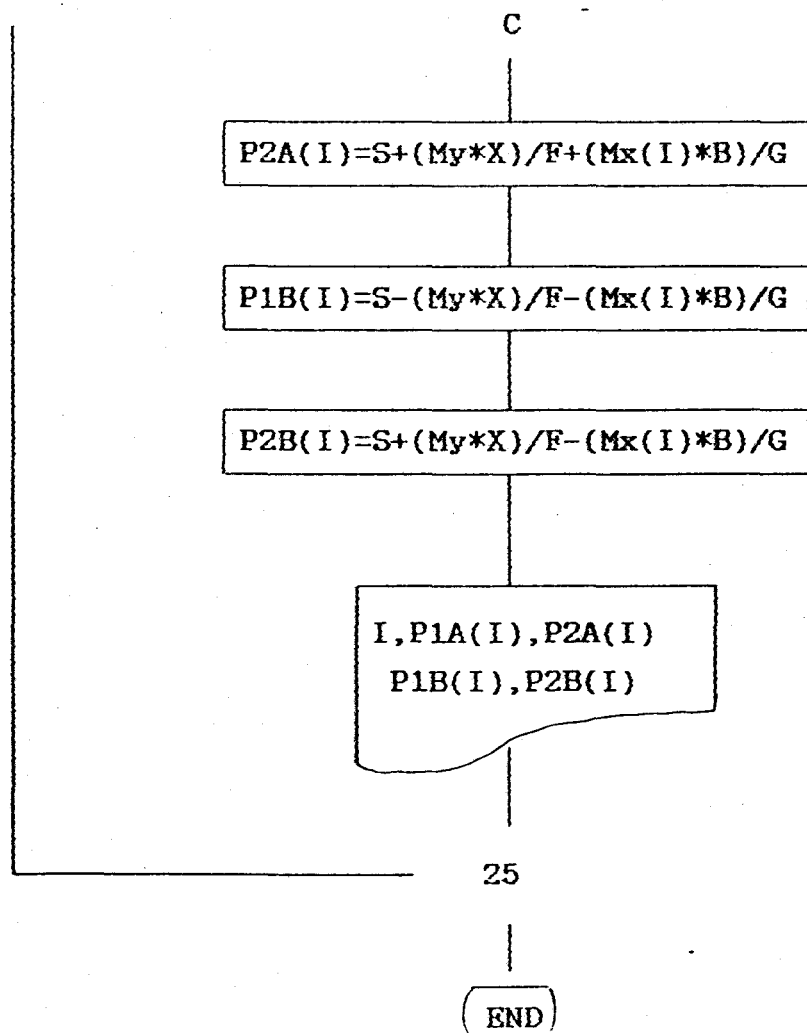
15 CONTINUE

END
```







C\$NOEXT

```
C *****
C *   Mencari daya dukung tiap-tiap tiang pancang   *
C *   dalam group dan beban yang diterima           *
C *   oleh tiang setelah scour                       *
C *****
```

```
REAL TRIAL(3),NC,Ls,Nq,K,Ks,M,Lx,Ly,Mx,My
DOUBLE PRECISION QU,Qe,Qf,P1A,P2A,P1B,P2B
DIMENSION QU(100),Qe(100),Qf(100),K(100),SC(100),
`P1A(100),P2A(100),P1B(100),P2B(100),Mx(100),
`L(100),Y(100),SIG(100)
OPEN(1,FILE='B:RESULT.DAT')
READ(*,*)N
READ(*,*)C
WRITE(1,10)C
10 FORMAT(2X,'KOHESI TANAH DIUJUNG PILE='\,F15.4,/)
READ(*,*)NC
WRITE(1,20)NC
20 FORMAT(2X,'FAKTOR DAYA DUKUNG DIUJUNG
`PILE(NC)='\,F10.4,/)
READ(*,*)Nq
WRITE(1,30)Nq
30 FORMAT(2X,'FAKTOR DAYA DUKUNG DIUJUNG
PILE(Nq)='\,F10.4,/)
READ(*,*)A
```

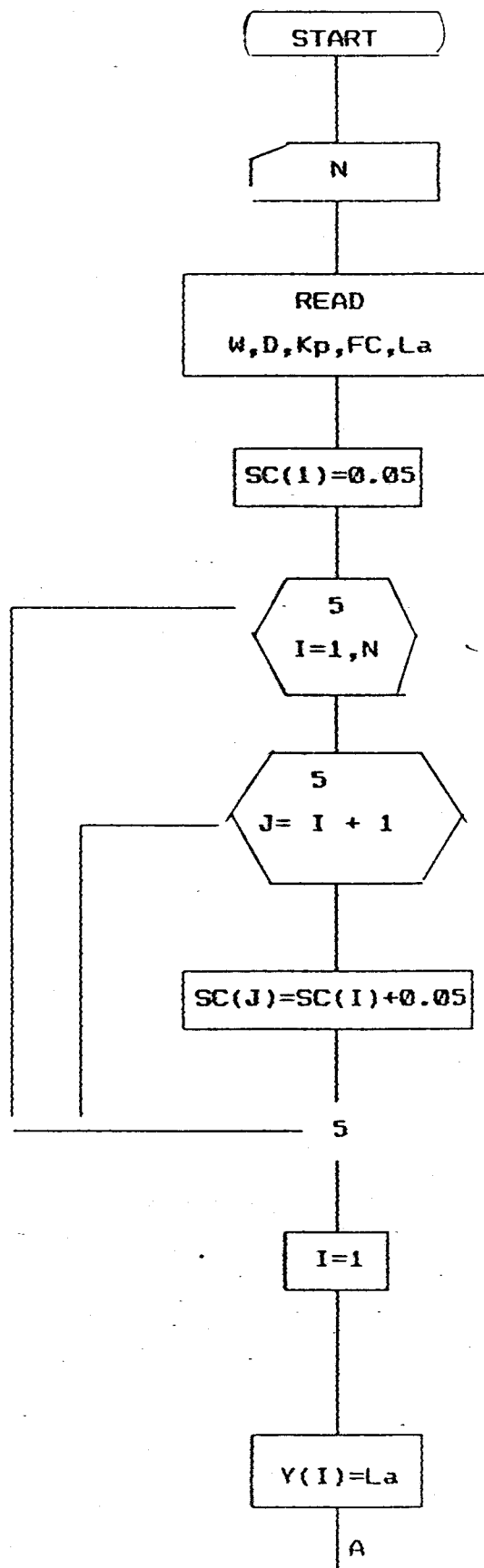
```
WRITE(1,40)A
40 FORMAT(2X,'LUAS PENAMPANG TIANG='\",F6.5,/)
READ(*,*)P
WRITE(1,50)P
50 FORMAT(2X,'PHI='\",F8.5,/)
READ(*,*)D
WRITE(1,60)D
60 FORMAT(2X,'DIAMETER PILE='\",F8.4,/)
READ(*,*)KS
WRITE(1,70)KS
70 FORMAT(2X,'KOEK.TEKANAN TANAH KESAMPING='\",F6.5,/)
READ(*,*)Ls
WRITE(1,90)Ls
90 FORMAT(2X,'KEDALAMAN PILE ='\",F8.4,/)
READ(*,*)TAN
WRITE(1,100)TAN
100 FORMAT(2X,'TANGEN DELTA='\",F8.4,/)
READ(*,*)V
WRITE(1,110)V
110 FORMAT(2X,'BERAT SRUKTUR='\",F15.3,/)
READ(*,*)M
WRITE(1,120)M
120 FORMAT(2X,'JUMLAH TIANG='\",F4.2,/)
READ(*,*)Lx
WRITE(1,130)Lx
130 FORMAT(2X,'PANJANG LENGAN MOMENX AWAL='\",F8.3,/)
```

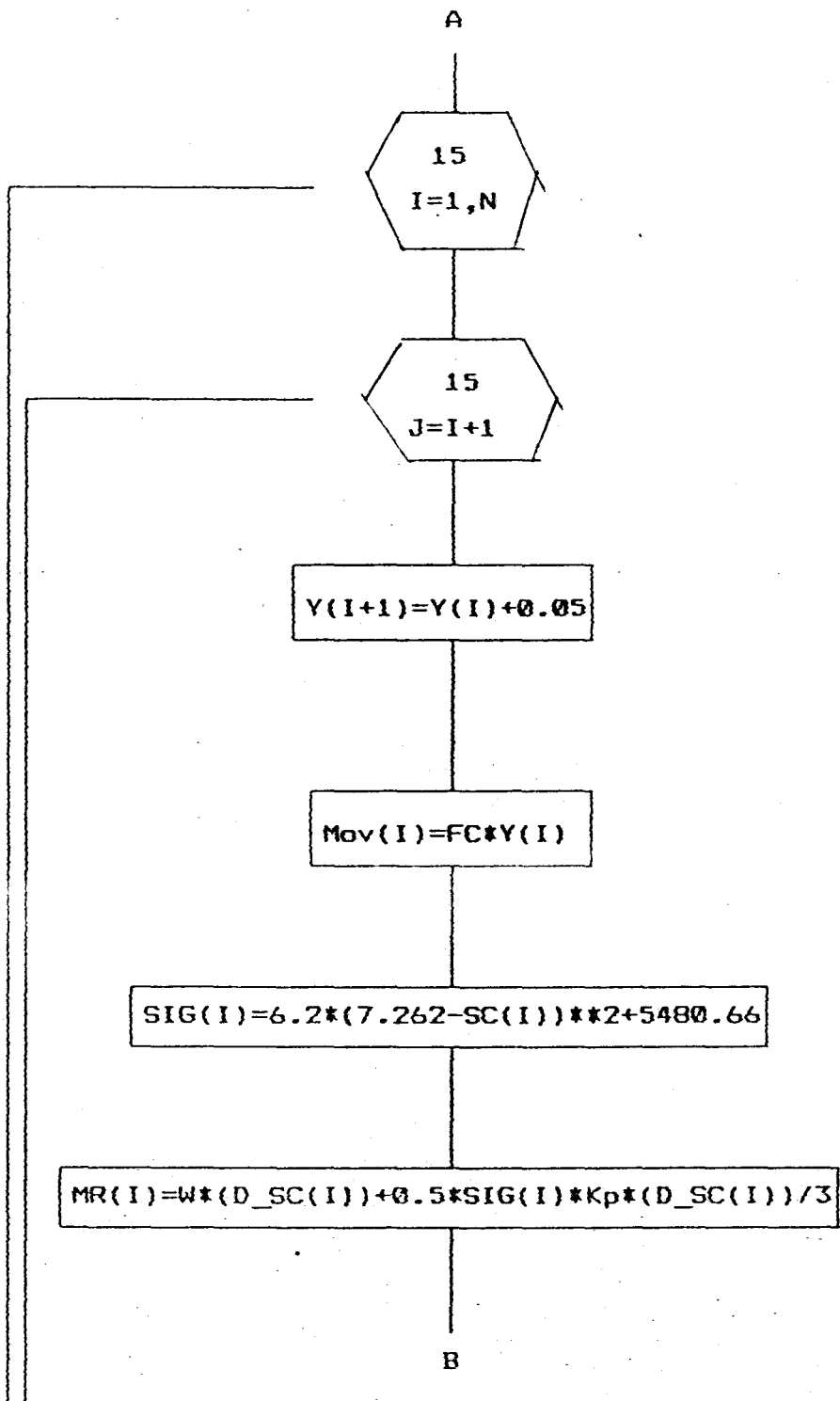
```
      READ(*,*)Fh
      WRITE(1,140)Fh
140  FORMAT(2X,'TOTAL BEBAN HORIZONTAL='\",F24.4,/)
      READ(*,*)MY
      WRITE(1,150)MY
150  FORMAT(2X,'TOTAL MOMENY='\",F24.4,/)
      READ(*,*)X
      WRITE(1,170)X
170  FORMAT(2X,'PANJANG DR TENGAH POOR
      'KE TIANG(X)='\",F5.3,/)
      READ(*,*)B
      WRITE(1,180)B
180  FORMAT(2X,'PANJANG DR TENGAH POOR
      'KE TIANG(Y)='\",F5.3,/)
      SC(1)=0.05
      DO 5 I = 1, N
      J = I + 1
      SC(J)=SC(I)+0.05
5  CONTINUE
      WRITE(1,190)
190  FORMAT(3X,'NO',4X,'SC(I)',4X,'K(I)',10X,'Qe(I)',
      '10X,'Qf(I)',10X,'QU(I)')
      I=1
      Y(I)=Ls
      DO 15 I=1,N
      J=I-1
```

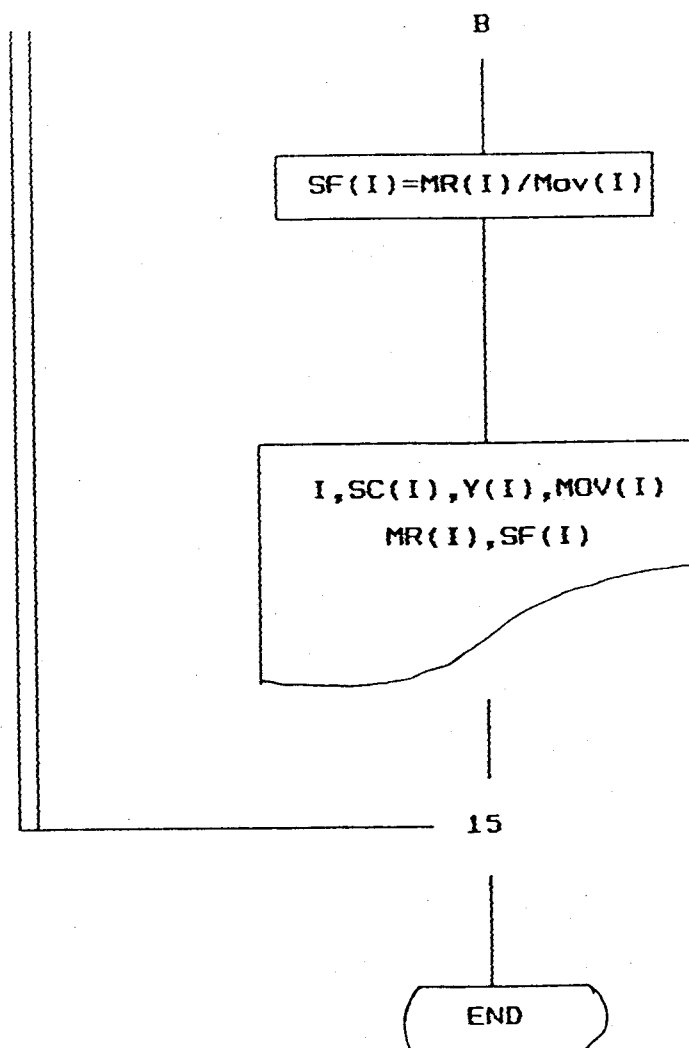
```
Y(1+I)=Y(I)-0.05
K(I)=P*D*Y(I)
SIG(I)= 6.2*(7.262-SC(I))+ 577.4
Qe(I)=(C*NC+SIG(I)*(Nq-1))*A
Qf(I)=K(I)*(C+SIG(I)*KS*TAN)
QU(I)=Qe(I)+Qf(I)
WRITE(1,200)I,SC(I),K(I),Qe(I),Qf(I),QU(I)
200 FORMAT(2X,I3,3X,F5.2,4X,F8.3,5X,E10.5,5X,E10.5,
`5X,E10.5)
L(I)=Lx+SC(I)
Mx(I)=Fh*L(I)
15 CONTINUE
WRITE(1,201)
201 FORMAT(//)
WRITE(1,210)
210 FORMAT(2X,`NO`,8X,`P1A(I)`,10X,`P2A(I)`,
`10X,`P1B(I)`,10X,`P2B(I)`)
I=1
DO 25 I=1,N
F=X**2+X**2
G=B**2+B**2
S=V/M
P1A(I)=S-(My*X)/F+(Mx(I)*B)/G
P2A(I)=S+(My*X)/F+(Mx(I)*B)/G
P1B(I)=S-(My*X)/F-(Mx(I)*B)/G
P2B(I)=S+(My*X)/F-(Mx(I)*B)/G
```



```
WRITE(1,220)I,P1A(I),P2A(I),P1B(I),P2B(I)
220 FORMAT(2X,I3,5X,E10.5,7X,E10.5,5X,E14.5,5X,E14.5)
25 CONTINUE
END
```







C\$NOEXT

C *****

C * PROGRAM UNTUK MENCARI ANGKA KEAMANAN *

C * PADA STRUKTUR *

C *****

REAL TRIAL(3),Kp,MR,Mov,La

DIMENSION SC(100),Y(100),Mov(100),MR(100),

SF(100),SIG(100)

OPEN(1,FILE='B:OCI.DAT')

READ(*,*)N

READ(*,*)W

WRITE(1,10)W

10 FORMAT(2X,'BERAT STRUKTUR='\,F15.4,//)

READ(*,*)D

WRITE(1,20)D

20 FORMAT(2X,'KEDALAMAN PILE='\,F8.4,//)

READ(*,*)Kp

WRITE(1,30)Kp

30 FORMAT(2X,'KOEK.TEKANAN TANAH PASIF='\,F6.3,//)

READ(*,*)FC

WRITE(1,40)FC

40 FORMAT(2X,'TOTAL GAYA HORIZONTAL='\,F25.4,//)

READ(*,*)La

WRITE(1,50)La

```
50 FORMAT(2X,'PANJANG LENGAN MOMEN AWAL='\,F10.4,/)

SC(1)=0.05

DO 5 I =1,N

J=I+1

SC(J)=SC(I)+0.05

5 CONTINUE

WRITE(1,60)

60 FORMAT(3X,'NO',5X,'SC(I)',4X,'L(I)',4X,'Mov(I)',

'7X','MR(I)',8X,'SF(I)')

I=1

Y(I)=La

DO 15 I =1,N

J=I+1

Y(I+1)=Y(I)+0.05

Mov(I)=FC*Y(I)

SIG(I)=6.2*(7.262-SC(I))**2+5480.66

MR(I)=W*21.34+0.5*SIG(I)*Kp*(D-SC(I))/3

SF(I)=MR(I)/Mov(I)

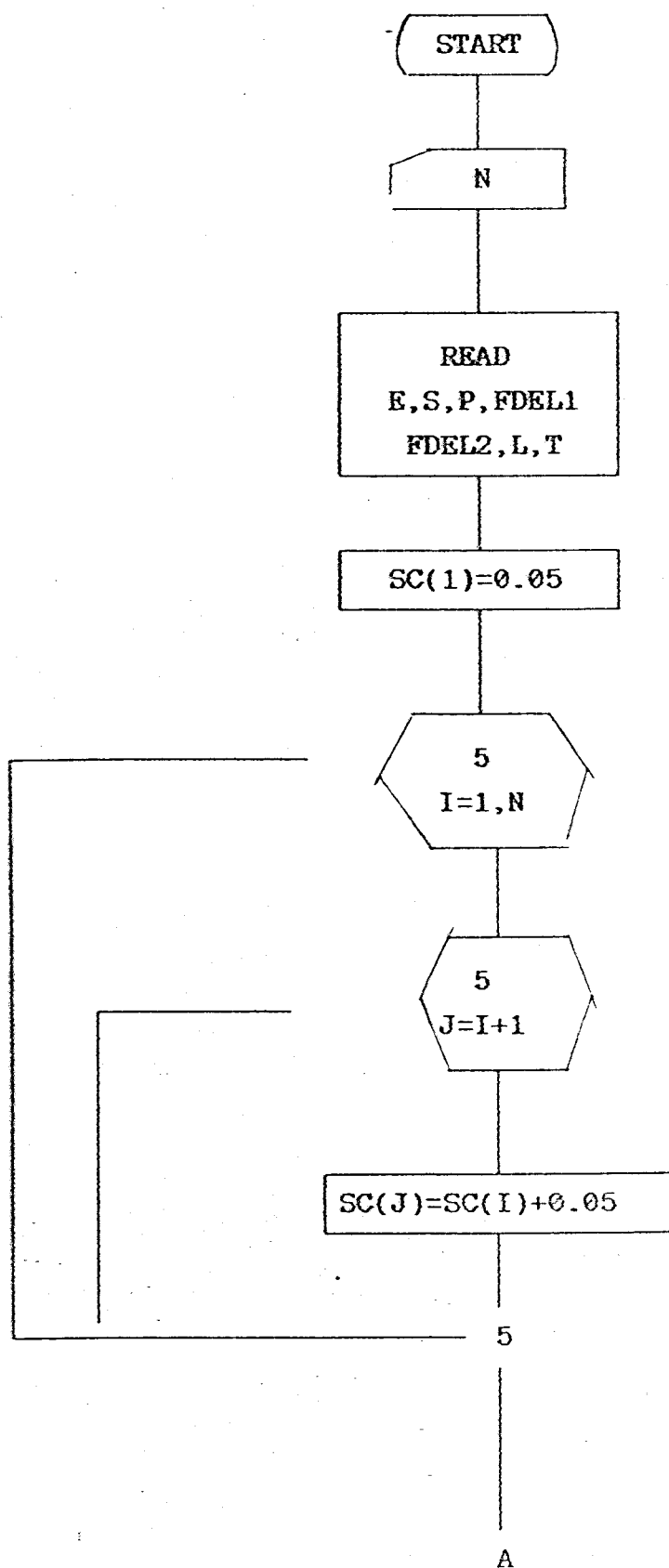
WRITE(1,70)I,SC(I),Y(I),Mov(I),MR(I),SF(I)

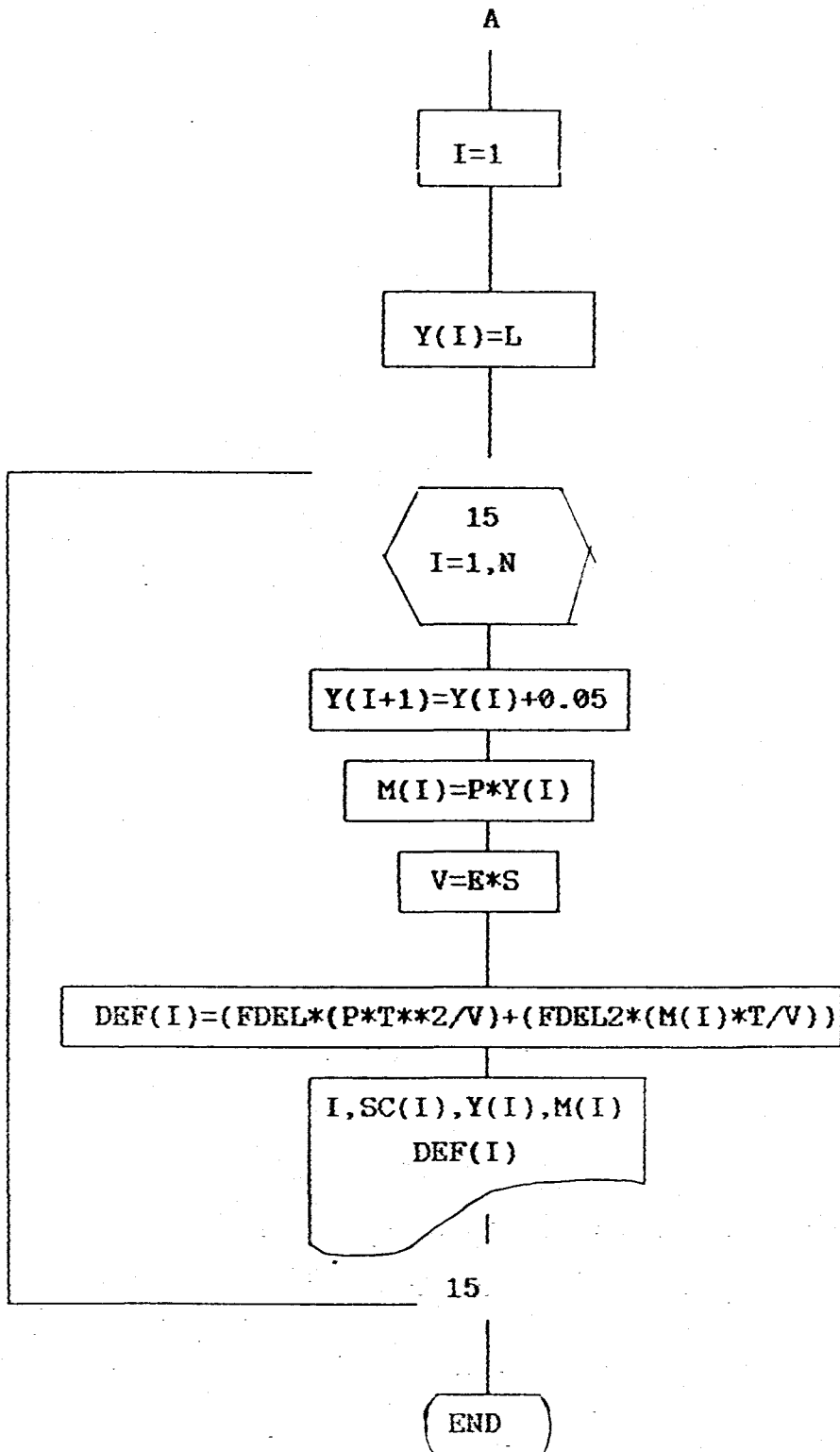
70 FORMAT(2X,I3,5X,F4.2,4X,F6.3,3X,E10.4,3X,E10.4,

'3X,F5.3)

15 CONTINUE

END
```





C\$NOEXT

```
C      *****
C      *   PROGRAM UNTUK MENCARI DEFLEKSI PADA JACKET   *
C      *               AKIBAT PERTAMBAHAN MOMEN           *
C      *****

      REAL TRIAL(3),M,L
      DIMENSION M(100),Y(100),DEF(100),SC(100)
      OPEN(1,FILE='B:HAS.DAT')
      READ *,N
      READ(*,*)E
      WRITE(1,10)E
10  FORMAT(2X,'MODULUS YOUNG='\,E13.4,/)
      READ(*,*)S
      WRITE(1,20)S
20  FORMAT(2X,'MOMEN INERSIA='\,E13.4,/)
      READ(*,*)P
      WRITE(1,30)P
30  FORMAT(2X,'BESAR BEBAN HORIZONTAL='\,F15.4,/)
      READ(*,*)FDEL1
      WRITE(1,40)FDEL1
40  FORMAT(2X,'F DELTA1='\,F4.2,/)
      READ(*,*)FDEL2
      WRITE(1,50)FDEL2
50  FORMAT(2X,'F DELTA2='\,F4.2,/)
      READ(*,*)L
      WRITE(1,60)L
```

```
60 FORMAT(2X, 'LENGAN MOMEN AWAL=' \, F6.2, '//')
    READ(*,*)T
    WRITE(1,70)T
70 FORMAT(2X, 'STIFNESS FACTOR=' \, F6.2, '//')
    SC(1)=0.05
    DO 5 I = 1, N
        J=I+1
        SC(J)=SC(I)+0.05
5 CONTINUE
    WRITE(1,80)
80 FORMAT(2X, 'NO', 3X, 'SC(I)', 3X, 'L(I)', 14X, 'M(I)', 10X,
    ' DEF(I)')
    I=1
    Y(I)=L
    DO 15 I=1,N
        Y(I+1)=Y(I)+0.05
        M(I)=P*Y(I)*100
        V=E*S
        DEF(I)=(FDEL1*(P*T**2/V))+(FDEL2*(M(I)*T/V))
        WRITE(1,90)I,SC(I),Y(I),M(I),DEF(I)
90 FORMAT(2X,I3,3X,F5.2,3X,F5.2,5X,F15.2,5X,E15.8)
15 CONTINUE
    END
```

C\$NOEXT

C *****

C * PROGRAM UNTUK Mencari BEBAN ARUS*

C *****

DIMENSION Y(20),U(20),F(20),FL(20),FY(20)

OPEN(9,FILE='B:DATA.DAT')

READ *, N

READ(*,*)RF

WRITE(9,10)RF

10 FORMAT(2X,'MASSA JENIS FLUIDA ='\",F10.2,//)

READ(*,*)D

WRITE(9,20)D

20 FORMAT(2X,'DIAMETER STRUKTUR ='\",F10.6,//)

READ(*,*)CD

WRITE(9,30)CD

30 FORMAT(2X,'KOEf.DRAG ='\",F10.6,//)

READ(*,*)CL

WRITE(9,40)CL

40 FORMAT(2X,'KOEf.LIFT ='\",F10.6,//)

READ(*,*)Ym

WRITE(9,50)Ym

50 FORMAT(2X,'KEDALAMAN MAXIMUM ='\",F6.3,//)

DO 5 I = 1,N

5 READ *,U(I)

```
WRITE(9,60)
60 FORMAT(2X,'No',2X,'KEDALAMAN',2X,'U(Y)',3X,'F(I)',4X
', 'FL(I)',5X,'FY(I)')
I = 1
Y(I) = 21.34
DO 15 I = 1, N
J = I - 1
Y(I+1)= Y(I) - 0.1 * Ym
F(I) = 0.5*CD*RF*D*U(I)**2
FL(I)= 0.5*CL*RF*D*U(I)**2
FY(I)=F(I)*Y(I)
WRITE(9,70)J,Y(I),U(I),F(I),FL(I),FY(I)
70 FORMAT(2X,I3,5X,F5.2,2X,F5.2,2X,F7.2,2X,F7.2,5X,F9.2)
15 CONTINUE
C
C =====
C
90 I=1
SIMP=0
100 SIMP=SIMP+FY(I)
I=I+1
SIMP=SIMP+4*FY(I)
I=I+1
SIMP=SIMP+FY(I)
IF(I.LT.N)GOTO 100
```

```
AHAS=SIMP*0.1*Ym/3
WRITE (9,120)AHAS
120 FORMAT(2X, 'INTG GAYA ARUS KALI LENGAN='\",F25.4,/)
C
C =====INTEGRAL GAYA ARUS HORIZONTAL=====
C
190 I=1
    SIMP =0
200 SIMP=SIMP+F(I)
    I=I+1
    SIMP=SIMP+4*F(I)
    I=I+1
    SIMP=SIMP+F(I)
    IF(I.LT.N)GOTO 200
    HASIL=SIMP*0.1*Ym/3
    WRITE(9,220)HASIL
220 FORMAT(2X, 'TOTAL GAYA ARUS HORIZONTAL='\",F10.4,/)
C
C =====INTEGRAL GAYA LIFT =====
C
    I=1
    SIMP=0
260 SIMP=SIMP+FL(I)
    I=I+1
    SIMP=SIMP+4*FL(I)
```

```
I=I+1
SIMP=SIMP+FL(I)
IF(I.LT.N)GOTO 260
AREA=SIMP*0.1*Ym/3
WRITE(9,270)AREA
270 FORMAT(2X, 'TOTAL GAYA LIFT='\,F9.3, '//)
C
C =====
C
AMEM=AHAS/HASIL
WRITE(9,280)AMEM
280 FORMAT(2X, 'LETAK TITIK TANGKAP='\,F9.3, '//)
STOP
END
```

* OUT PUT PROGRAM GELOMBANG STOKE V *

DATA GELOMBANG

=====

TINGGI GELOMBANG = 1.980
PERIODE GELOMBANG = 5.000
KEDALAMAN PERAIRAN = 21.340
PANJANG GELOMBANG = 0.4029078616D+02

KOORDINAT SIMPUL

SIMPUL	X	Y	Z
1	2.667	21.336	1.778
2	2.667	21.336	5.812
3	2.667	21.336	13.843
4	10.256	21.336	13.843
5	14.097	21.336	13.843
6	14.097	21.336	5.812
7	14.097	21.336	1.778
8	6.239	21.336	1.778
9	1.356	18.288	6.175
10	6.182	18.288	14.097
11	14.478	18.288	5.148

12	10.580	18.288	2.286
13	15.673	13.106	15.620
14	1.091	13.106	15.620
15	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	16.764
17	0.000	16.764	15.620
18	0.000	0.000	15.620
19	1.091	13.106	1.637
20	15.673	13.106	1.637

INFORMASI ELEMEN

ELEM	J	K	PANJANG	D	FX	FY
1	1	19	8.381	0.84	0.26444D+07	0.15210D+07
2	8	12	5.328	0.51	0.19042D+05	0.28052D+05
3	12	20	7.295	0.51	0.84579D+04	0.12842D+05
4	7	20	8.381	0.84	0.31505D+02	0.12459D+04
5	19	20	14.582	0.41	0.92680D-03	0.31564D+03
6	15	19	13.253	0.84	0.50055D+04	0.23394D+04
7	15	20	20.496	0.61	0.39110D+03	0.84860D+03
8	15	16	16.764	0.46	0.32180D+02	0.30373D+02
9	16	20	25.421	0.84	0.12200D+05	0.93452D+04
10	2	9	3.338	0.51	0.10424D+06	0.71659D+05
11	9	19	6.893	0.51	0.35635D+05	0.65778D+04
12	3	14	8.566	0.84	0.24852D+06	0.14348D+06

13	14	19	13.983	0.41	0.16162D+04	0.15454D+04
14	18	19	19.196	0.61	0.55256D+05	0.11741D+05
15	15	18	15.620	0.46	0.30564D+02	0.28792D+02
16	14	18	13.151	0.84	0.46299D+04	0.21916D+04
17	10	14	7.422	0.51	0.88374D+04	0.13884D+05
18	4	10	5.094	0.51	0.20212D+05	0.18751D+05
19	5	13	8.566	0.84	0.28022D+07	0.11490D+07
20	13	14	14.582	0.41	0.96387D-03	0.31890D+03
21	14	17	3.817	0.61	0.13366D+05	0.48885D+04
22	17	18	16.764	0.46	0.13800D+05	0.51314D+04
23	13	17	16.094	0.84	0.16013D+03	0.25210D+04
24	16	17	16.803	0.46	0.11991D+05	0.44901D+04
25	13	16	20.463	0.61	0.41118D+03	0.64494D+03
26	13	20	13.983	0.41	0.16298D+04	0.14560D+04
27	11	13	11.745	0.51	0.34603D+05	0.38849D+04
28	6	11	3.143	0.51	0.13193D+06	0.46661D+05

* OUT PUT PROGRAM DAYA DUKUNG TANAH SETELAH *

* TERJADINYA SCOURING *

JUMLAH TIANG PANCANG=4.00

KOHESI RATA-RATA=62723.1400

LUAS PENAMPANG TIANG=0.456000

KOHESI DIBAWAH TIANG= 140768.0000

FAKTOR DAYA DUKUNG TANAH DIUJUNG TIANG= 46.1200

EFFISIENSI=0.960000

KOHESI DIBAWAH POOR= 7182.0390

FAKTOR DAYA DUKUNG DIBAWAH POOR= 30.1400

LEBAR POOR= 19.9600

PANJANG POOR= 19.9600

DIAMETER PILE=.760

Phi= 3.1428

PANJANG PILE MAX.= 76.200

NO	SC(I)	L(I)	K(I)	QU(I)
1	0.05	76.2000	181.8864	141022544.0000
2	0.10	76.1500	181.7670	140993792.0000
3	0.15	76.1000	181.6476	140965024.0000
4	0.20	76.0500	181.5282	140936272.0000
5	0.25	76.0000	181.4088	140907504.0000
6	0.30	75.9500	181.2893	140878736.0000

7	0.35	75.9000	181.1699	140849984.0000
8	0.40	75.8500	181.0505	140821216.0000
9	0.45	75.8000	180.9311	140792448.0000
10	0.50	75.7500	180.8117	140763696.0000
11	0.55	75.7000	180.6923	140734928.0000
12	0.60	75.6500	180.5728	140706176.0000
13	0.65	75.6001	180.4534	140677408.0000
14	0.70	75.5501	180.3340	140648640.0000
15	0.75	75.5001	180.2146	140619888.0000
16	0.80	75.4501	180.0952	140591120.0000
17	0.85	75.4001	179.9758	140562352.0000
18	0.90	75.3501	179.8564	140533600.0000
19	0.95	75.3001	179.7369	140504832.0000
20	1.00	75.2501	179.6175	140476080.0000
21	1.05	75.2001	179.4981	140447312.0000
22	1.10	75.1501	179.3787	140418544.0000
23	1.15	75.1001	179.2593	140389776.0000
24	1.20	75.0501	179.1399	140361024.0000
25	1.25	75.0001	179.0204	140332272.0000
26	1.30	74.9501	178.9010	140303504.0000
27	1.35	74.9001	178.7816	140274736.0000
28	1.40	74.8501	178.6622	140245968.0000
29	1.45	74.8001	178.5428	140217216.0000
30	1.50	74.7501	178.4234	140188448.0000
31	1.55	74.7001	178.3039	140159680.0000

32	1.60	74.6501	178.1845	140130928.0000
33	1.65	74.6001	178.0651	140102160.0000
34	1.70	74.5501	177.9457	140073408.0000
35	1.75	74.5002	177.8263	140044640.0000
36	1.80	74.4502	177.7069	140015872.0000
37	1.85	74.4002	177.5875	139987120.0000
38	1.90	74.3502	177.4680	139958352.0000
39	1.95	74.3002	177.3486	139929584.0000
40	2.00	74.2502	177.2292	139900832.0000
41	2.05	74.2002	177.1098	139872064.0000
42	2.10	74.1502	176.9904	139843312.0000
43	2.15	74.1002	176.8710	139814544.0000
44	2.20	74.0502	176.7515	139785776.0000
45	2.25	74.0002	176.6321	139757024.0000
46	2.30	73.9502	176.5127	139728256.0000
47	2.35	73.9002	176.3933	139699488.0000
48	2.40	73.8502	176.2739	139670736.0000
49	2.45	73.8002	176.1545	139641968.0000
50	2.50	73.7502	176.0350	139613216.0000
51	2.55	73.7002	175.9156	139584448.0000
52	2.60	73.6502	175.7962	139555680.0000
53	2.65	73.6002	175.6768	139526928.0000
54	2.70	73.5502	175.5574	139498160.0000
55	2.75	73.5002	175.4380	139469408.0000
56	2.80	73.4502	175.3186	139440640.0000

57	2.85	73.4003	175.1991	- 139411872.0000
58	2.90	73.3503	175.0797	139383120.0000
59	2.95	73.3003	174.9603	139354352.0000
60	3.00	73.2503	174.8409	139325584.0000
61	3.05	73.2003	174.7215	139296832.0000
62	3.10	73.1503	174.6021	139268064.0000
63	3.15	73.1003	174.4827	139239312.0000
64	3.20	73.0503	174.3633	139210544.0000
65	3.25	73.0003	174.2438	139181776.0000
66	3.30	72.9503	174.1244	139153024.0000
67	3.35	72.9003	174.0050	139124256.0000
68	3.40	72.8503	173.8856	139095488.0000
69	3.45	72.8003	173.7662	139066736.0000
70	3.50	72.7503	173.6467	139037968.0000
71	3.55	72.7003	173.5273	139009200.0000
72	3.60	72.6503	173.4079	138980448.0000
73	3.65	72.6003	173.2885	138951680.0000
74	3.70	72.5503	173.1691	138922928.0000
75	3.75	72.5003	173.0497	138894160.0000
76	3.80	72.4503	172.9303	138865392.0000
77	3.85	72.4003	172.8108	138836640.0000
78	3.90	72.3503	172.6914	138807872.0000
79	3.95	72.3004	172.5720	138779104.0000
80	4.00	72.2504	172.4526	138750352.0000

 * OUT PUT PROGRAM DAYA DUKUNG TANAH MASING-MASING *
 * TIANG PANCANG DAN BEBAN YANG HARUS DITERIMA *

KOHESI TANAH DIUJUNG PILE= 140768.0000

FAKTOR DAYA DUKUNG DIUJUNG PILE(NC)= 46.1200

FAKTOR DAYA DUKUNG DIUJUNG PILE(Nq)= 18.4000

LUAS PENAMPANG TIANG=.45600

PHI= 3.14280

DIAMETER PILE= 0.7620

KOEF. TEKanan TANAH KESAMPING=.27100

KEDALAMAN PILE = 76.2000

TANGEN DELTA= 0.5770

BERAT SRUKTUR= 12923900.000

JUMLAH TIANG=4.00

PANJANG LENGAN MOMENX AWAL= 16.840

TOTAL BEBAN HORIZONTAL= 7474617.0000

TOTAL MOMENY= 3978490.0000

PANJANG DR TENGAH POOR KE TIANG(X)=6.096

PANJANG DR TENGAH POOR KE TIANG(Y)=6.096

NO	SC(I)	K(I)	Qe(I)	Qf(I)	QU(I)
1	0.05	182.485	.29654E+07	.25706E+08	.28671E+08
2	0.10	182.365	.29654E+07	.25689E+08	.28654E+08
3	0.15	182.245	.29654E+07	.25672E+08	.28637E+08

4	0.20	182.126	.29654E+07	.25655E+08	.28621E+08
5	0.25	182.006	.29654E+07	.25638E+08	.28604E+08
6	0.30	181.886	.29654E+07	.25621E+08	.28587E+08
7	0.35	181.766	.29654E+07	.25605E+08	.28570E+08
8	0.40	181.647	.29654E+07	.25588E+08	.28553E+08
9	0.45	181.527	.29654E+07	.25571E+08	.28536E+08
10	0.50	181.407	.29654E+07	.25554E+08	.28519E+08
11	0.55	181.288	.29654E+07	.25537E+08	.28502E+08
12	0.60	181.168	.29654E+07	.25520E+08	.28486E+08
13	0.65	181.048	.29654E+07	.25503E+08	.28469E+08
14	0.70	180.928	.29654E+07	.25486E+08	.28452E+08
15	0.75	180.809	.29654E+07	.25470E+08	.28435E+08
16	0.80	180.689	.29654E+07	.25453E+08	.28418E+08
17	0.85	180.569	.29653E+07	.25436E+08	.28401E+08
18	0.90	180.449	.29653E+07	.25419E+08	.28384E+08
19	0.95	180.330	.29653E+07	.25402E+08	.28367E+08
20	1.00	180.210	.29653E+07	.25385E+08	.28350E+08
21	1.05	180.090	.29653E+07	.25368E+08	.28334E+08
22	1.10	179.970	.29653E+07	.25351E+08	.28317E+08
23	1.15	179.851	.29653E+07	.25335E+08	.28300E+08
24	1.20	179.731	.29653E+07	.25318E+08	.28283E+08
25	1.25	179.611	.29653E+07	.25301E+08	.28266E+08
26	1.30	179.492	.29653E+07	.25284E+08	.28249E+08
27	1.35	179.372	.29653E+07	.25267E+08	.28232E+08
28	1.40	179.252	.29653E+07	.25250E+08	.28215E+08

29	1.45	179.132	.29653E+07	.25233E+08	.28199E+08
30	1.50	179.013	.29653E+07	.25216E+08	.28182E+08
31	1.55	178.893	.29653E+07	.25200E+08	.28165E+08
32	1.60	178.773	.29653E+07	.25183E+08	.28148E+08
33	1.65	178.653	.29653E+07	.25166E+08	.28131E+08
34	1.70	178.534	.29653E+07	.25149E+08	.28114E+08
35	1.75	178.414	.29653E+07	.25132E+08	.28097E+08
36	1.80	178.294	.29653E+07	.25115E+08	.28080E+08
37	1.85	178.175	.29653E+07	.25098E+08	.28064E+08
38	1.90	178.055	.29653E+07	.25081E+08	.28047E+08
39	1.95	177.935	.29653E+07	.25065E+08	.28030E+08
40	2.00	177.815	.29653E+07	.25048E+08	.28013E+08
41	2.05	177.696	.29653E+07	.25031E+08	.27996E+08
42	2.10	177.576	.29653E+07	.25014E+08	.27979E+08
43	2.15	177.456	.29653E+07	.24997E+08	.27962E+08
44	2.20	177.336	.29653E+07	.24980E+08	.27945E+08
45	2.25	177.217	.29653E+07	.24963E+08	.27929E+08
46	2.30	177.097	.29653E+07	.24946E+08	.27912E+08
47	2.35	176.977	.29653E+07	.24930E+08	.27895E+08
48	2.40	176.857	.29653E+07	.24913E+08	.27878E+08
49	2.45	176.738	.29653E+07	.24896E+08	.27861E+08
50	2.50	176.618	.29653E+07	.24879E+08	.27844E+08
51	2.55	176.498	.29653E+07	.24862E+08	.27827E+08
52	2.60	176.379	.29653E+07	.24845E+08	.27810E+08
53	2.65	176.259	.29653E+07	.24828E+08	.27794E+08

54	2.70	176.139	.29653E+07	.24811E+08	.27777E+08
55	2.75	176.019	.29653E+07	.24795E+08	.27760E+08
56	2.80	175.900	.29653E+07	.24778E+08	.27743E+08
57	2.85	175.780	.29653E+07	.24761E+08	.27726E+08
58	2.90	175.660	.29652E+07	.24744E+08	.27709E+08
59	2.95	175.540	.29652E+07	.24727E+08	.27692E+08
60	3.00	175.421	.29652E+07	.24710E+08	.27675E+08
61	3.05	175.301	.29652E+07	.24693E+08	.27659E+08
62	3.10	175.181	.29652E+07	.24676E+08	.27642E+08
63	3.15	175.062	.29652E+07	.24660E+08	.27625E+08
64	3.20	174.942	.29652E+07	.24643E+08	.27608E+08
65	3.25	174.822	.29652E+07	.24626E+08	.27591E+08
66	3.30	174.702	.29652E+07	.24609E+08	.27574E+08
67	3.35	174.583	.29652E+07	.24592E+08	.27557E+08
68	3.40	174.463	.29652E+07	.24575E+08	.27540E+08
69	3.45	174.343	.29652E+07	.24558E+08	.27524E+08
70	3.50	174.223	.29652E+07	.24541E+08	.27507E+08
71	3.55	174.104	.29652E+07	.24525E+08	.27490E+08
72	3.60	173.984	.29652E+07	.24508E+08	.27473E+08
73	3.65	173.864	.29652E+07	.24491E+08	.27456E+08
74	3.70	173.745	.29652E+07	.24474E+08	.27439E+08
75	3.75	173.625	.29652E+07	.24457E+08	.27422E+08
76	3.80	173.505	.29652E+07	.24440E+08	.27405E+08
77	3.85	173.385	.29652E+07	.24423E+08	.27389E+08
78	3.90	173.266	.29652E+07	.24406E+08	.27372E+08

79	3.95	173.146	.29652E+07	.24390E+08	.27355E+08
80	4.00	173.026	.29652E+07	.24373E+08	.27338E+08

NO	P1A(I)	P2A(I)	P1B(I)	P2B(I)
1	.12714E+08	.13367E+08	-0.69046E+07	-0.62519E+07
2	.12714E+08	.13367E+08	-0.69046E+07	-0.62519E+07
3	.12714E+08	.13367E+08	-0.69046E+07	-0.62519E+07
4	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
5	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
6	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
7	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
8	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
9	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
10	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
11	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
12	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
13	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
14	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
15	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
16	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
17	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
18	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
19	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07

20	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
21	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
22	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
23	.13327E+08	.13980E+08	-0.75176E+07	-0.68650E+07
24	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
25	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
26	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
27	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
28	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
29	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
30	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
31	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
32	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
33	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
34	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
35	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
36	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
37	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
38	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
39	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
40	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
41	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
42	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
43	.13940E+08	.14593E+08	-0.81307E+07	-0.74781E+07
44	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07

45	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
46	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
47	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
48	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
49	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
50	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
51	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
52	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
53	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
54	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
55	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
56	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
57	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
58	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
59	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
60	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
61	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
62	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
63	.14553E+08	.15206E+08	-0.87438E+07	-0.80911E+07
64	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
65	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
66	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
67	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
68	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
69	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07

70	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
71	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
72	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
73	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
74	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
75	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
76	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
77	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
78	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
79	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07
80	.15166E+08	.15819E+08	-0.93569E+07	-0.87042E+07

* OUT PUT PROGRAM ANGKA KEAMANAN *

BERAT STRUKTUR= 12923900.0000

KEDALAMAN PILE= 76.2000

KOEF. TEKANAN TANAH PASIF=16.500

TOTAL GAYA HORIZONTAL= 7475617.0000

PANJANG LENGAN MOMEN AWAL= 16.8430

NO	SC(I)	L(I)	Mov(I)	MR(I)	SF(I)
1	0.05	16.843	0.1259E+09	0.2770E+09	2.200
2	0.10	16.893	0.1263E+09	0.2770E+09	2.194
3	0.15	16.943	0.1267E+09	0.2770E+09	2.187
4	0.20	16.993	0.1270E+09	0.2770E+09	2.181
5	0.25	17.043	0.1274E+09	0.2770E+09	2.174
6	0.30	17.093	0.1278E+09	0.2770E+09	2.168
7	0.35	17.143	0.1282E+09	0.2770E+09	2.161
8	0.40	17.193	0.1285E+09	0.2770E+09	2.155
9	0.45	17.243	0.1289E+09	0.2770E+09	2.149
10	0.50	17.293	0.1293E+09	0.2770E+09	2.143
11	0.55	17.343	0.1296E+09	0.2770E+09	2.136
12	0.60	17.393	0.1300E+09	0.2770E+09	2.130
13	0.65	17.443	0.1304E+09	0.2770E+09	2.124
14	0.70	17.493	0.1308E+09	0.2770E+09	2.118

15	0.75	17.543	0.1311E+09	0.2770E+09	2.112
16	0.80	17.593	0.1315E+09	0.2770E+09	2.106
17	0.85	17.643	0.1319E+09	0.2770E+09	2.100
18	0.90	17.693	0.1323E+09	0.2770E+09	2.094
19	0.95	17.743	0.1326E+09	0.2770E+09	2.088
20	1.00	17.793	0.1330E+09	0.2770E+09	2.082
21	1.05	17.843	0.1334E+09	0.2770E+09	2.076
22	1.10	17.893	0.1338E+09	0.2770E+09	2.071
23	1.15	17.943	0.1341E+09	0.2770E+09	2.065
24	1.20	17.993	0.1345E+09	0.2770E+09	2.059
25	1.25	18.043	0.1349E+09	0.2770E+09	2.053
26	1.30	18.093	0.1353E+09	0.2770E+09	2.048
27	1.35	18.143	0.1356E+09	0.2770E+09	2.042
28	1.40	18.193	0.1360E+09	0.2770E+09	2.036
29	1.45	18.243	0.1364E+09	0.2770E+09	2.031
30	1.50	18.293	0.1368E+09	0.2770E+09	2.025
31	1.55	18.343	0.1371E+09	0.2770E+09	2.020
32	1.60	18.393	0.1375E+09	0.2770E+09	2.014
33	1.65	18.443	0.1379E+09	0.2770E+09	2.009
34	1.70	18.493	0.1382E+09	0.2770E+09	2.003

KESTABILAN STRUKTUR MULAI KURANG AMAN

(SF < 2)

35	1.75	18.543	0.1386E+09	0.2770E+09	1.998
----	------	--------	------------	------------	-------

36	1.80	18.593	0.1390E+09	0.2770E+09	1.993
37	1.85	18.643	0.1394E+09	0.2770E+09	1.987
38	1.90	18.693	0.1397E+09	0.2770E+09	1.982
39	1.95	18.743	0.1401E+09	0.2770E+09	1.977
40	2.00	18.793	0.1405E+09	0.2769E+09	1.971
41	2.05	18.843	0.1409E+09	0.2769E+09	1.966
42	2.10	18.893	0.1412E+09	0.2769E+09	1.961
43	2.15	18.943	0.1416E+09	0.2769E+09	1.956
44	2.20	18.993	0.1420E+09	0.2769E+09	1.951
45	2.25	19.043	0.1424E+09	0.2769E+09	1.945
46	2.30	19.093	0.1427E+09	0.2769E+09	1.940
47	2.35	19.143	0.1431E+09	0.2769E+09	1.935
48	2.40	19.193	0.1435E+09	0.2769E+09	1.930
49	2.45	19.243	0.1439E+09	0.2769E+09	1.925
50	2.50	19.293	0.1442E+09	0.2769E+09	1.920
51	2.55	19.343	0.1446E+09	0.2769E+09	1.915
52	2.60	19.393	0.1450E+09	0.2769E+09	1.910
53	2.65	19.443	0.1453E+09	0.2769E+09	1.905
54	2.70	19.493	0.1457E+09	0.2769E+09	1.900
55	2.75	19.543	0.1461E+09	0.2769E+09	1.896
56	2.80	19.593	0.1465E+09	0.2769E+09	1.891
57	2.85	19.643	0.1468E+09	0.2769E+09	1.886
58	2.90	19.693	0.1472E+09	0.2769E+09	1.881
59	2.95	19.743	0.1476E+09	0.2769E+09	1.876
60	3.00	19.793	0.1480E+09	0.2769E+09	1.872

61	3.05	19.843	0.1483E+09	0.2769E+09	1.867
62	3.10	19.893	0.1487E+09	0.2769E+09	1.862
63	3.15	19.943	0.1491E+09	0.2769E+09	1.857
64	3.20	19.993	0.1495E+09	0.2769E+09	1.853
65	3.25	20.043	0.1498E+09	0.2769E+09	1.848
66	3.30	20.093	0.1502E+09	0.2769E+09	1.844
67	3.35	20.143	0.1506E+09	0.2769E+09	1.839
68	3.40	20.193	0.1510E+09	0.2769E+09	1.834
69	3.45	20.243	0.1513E+09	0.2769E+09	1.830
70	3.50	20.293	0.1517E+09	0.2769E+09	1.825
71	3.55	20.343	0.1521E+09	0.2769E+09	1.821
72	3.60	20.393	0.1524E+09	0.2769E+09	1.816
73	3.65	20.443	0.1528E+09	0.2769E+09	1.812
74	3.70	20.493	0.1532E+09	0.2769E+09	1.808
75	3.75	20.543	0.1536E+09	0.2769E+09	1.803
76	3.80	20.593	0.1539E+09	0.2769E+09	1.799
77	3.85	20.643	0.1543E+09	0.2769E+09	1.794
78	3.90	20.693	0.1547E+09	0.2769E+09	1.790
79	3.95	20.743	0.1551E+09	0.2769E+09	1.786
80	4.00	20.793	0.1554E+09	0.2769E+09	1.781

* OUT PUT PROGRAM DEFLEKSI *

MODULUS YOUNG= 0.2100E+07

MOMEN INERSIA= 0.5757E+06

BESAR BEBAN HORIZONTAL= 7475617.0000

F DELTA1=1.60

F DELTA2=1.75

LENGAN MOMEN AWAL= 16.84

STIFNESS FACTOR=452.82

NO	SC(I)	L(I)	M(I)	DEF(I)
1	0.05	16.84	12591180000.00	0.10281960E+02
2	0.10	16.89	12628560000.00	0.10306460E+02
3	0.15	16.94	12665940000.00	0.10330960E+02
4	0.20	16.99	12703310000.00	0.10355460E+02
5	0.25	17.04	12740690000.00	0.10379960E+02
6	0.30	17.09	12778070000.00	0.10404460E+02
7	0.35	17.14	12815450000.00	0.10428960E+02
8	0.40	17.19	12852820000.00	0.10453460E+02
9	0.45	17.24	12890200000.00	0.10477970E+02
10	0.50	17.29	12927580000.00	0.10502460E+02
11	0.55	17.34	12964960000.00	0.10526970E+02
12	0.60	17.39	13002330000.00	0.10551470E+02
13	0.65	17.44	13039710000.00	0.10575970E+02

14	0.70	17.49	13077090000.00	0.10600470E+02
15	0.75	17.54	13114470000.00	0.10624970E+02
16	0.80	17.59	13151840000.00	0.10649470E+02
17	0.85	17.64	13189220000.00	0.10673970E+02
18	0.90	17.69	13226600000.00	0.10698470E+02
19	0.95	17.74	13263980000.00	0.10722970E+02
20	1.00	17.79	13301350000.00	0.10747470E+02
21	1.05	17.84	13338730000.00	0.10771970E+02
22	1.10	17.89	13376110000.00	0.10796470E+02
23	1.15	17.94	13413490000.00	0.10820970E+02
24	1.20	17.99	13450860000.00	0.10845470E+02
25	1.25	18.04	13488240000.00	0.10869970E+02
26	1.30	18.09	13525620000.00	0.10894470E+02
27	1.35	18.14	13563000000.00	0.10918970E+02
28	1.40	18.19	13600370000.00	0.10943470E+02
29	1.45	18.24	13637750000.00	0.10967970E+02
30	1.50	18.29	13675130000.00	0.10992470E+02
31	1.55	18.34	13712510000.00	0.11016970E+02
32	1.60	18.39	13749880000.00	0.11041470E+02
33	1.65	18.44	13787260000.00	0.11065970E+02
34	1.70	18.49	13824640000.00	0.11090470E+02
35	1.75	18.54	13862020000.00	0.11114970E+02
36	1.80	18.59	13899390000.00	0.11139470E+02
37	1.85	18.64	13936770000.00	0.11163970E+02
38	1.90	18.69	13974150000.00	0.11188470E+02

39	1.95	18.74	14011530000.00	0.11212970E+02
40	2.00	18.79	14048900000.00	0.11237470E+02
41	2.05	18.84	14086280000.00	0.11261970E+02
42	2.10	18.89	14123660000.00	0.11286470E+02
43	2.15	18.94	14161040000.00	0.11310970E+02
44	2.20	18.99	14198410000.00	0.11335470E+02
45	2.25	19.04	14235790000.00	0.11359970E+02
46	2.30	19.09	14273170000.00	0.11384470E+02
47	2.35	19.14	14310550000.00	0.11408970E+02
48	2.40	19.19	14347920000.00	0.11433470E+02
49	2.45	19.24	14385300000.00	0.11457980E+02
50	2.50	19.29	14422680000.00	0.11482480E+02
51	2.55	19.34	14460060000.00	0.11506970E+02
52	2.60	19.39	14497430000.00	0.11531480E+02
53	2.65	19.44	14534810000.00	0.11555980E+02
54	2.70	19.49	14572190000.00	0.11580480E+02
55	2.75	19.54	14609570000.00	0.11604980E+02
56	2.80	19.59	14646940000.00	0.11629480E+02
57	2.85	19.64	14684320000.00	0.11653980E+02
58	2.90	19.69	14721700000.00	0.11678480E+02
59	2.95	19.74	14759080000.00	0.11702980E+02
60	3.00	19.79	14796450000.00	0.11727480E+02
61	3.05	19.84	14833830000.00	0.11751980E+02
62	3.10	19.89	14871210000.00	0.11776480E+02
63	3.15	19.94	14908590000.00	0.11800980E+02

64	3.20	19.99	14945970000.00	0.11825480E+02
65	3.25	20.04	14983340000.00	0.11849980E+02
66	3.30	20.09	15020720000.00	0.11874480E+02
67	3.35	20.14	15058100000.00	0.11898980E+02
68	3.40	20.19	15095480000.00	0.11923480E+02
69	3.45	20.24	15132850000.00	0.11947980E+02
70	3.50	20.29	15170230000.00	0.11972480E+02
71	3.55	20.34	15207610000.00	0.11996980E+02
72	3.60	20.39	15244980000.00	0.12021480E+02
73	3.65	20.44	15282360000.00	0.12045980E+02
74	3.70	20.49	15319740000.00	0.12070480E+02
75	3.75	20.54	15357120000.00	0.12094980E+02
76	3.80	20.59	15394490000.00	0.12119480E+02
77	3.85	20.64	15431870000.00	0.12143980E+02
78	3.90	20.69	15469250000.00	0.12168480E+02
79	3.95	20.74	15506630000.00	0.12192980E+02
80	4.00	20.79	15544000000.00	0.12217480E+02

* OUT PUT PROGRAM ARUS *

MASSA JENIS FLUIDA = 1025.00

DIAMETER STRUKTUR = 0.860000

KOEF.DRAG = 0.780000

KOEF.LIFT = 0.650000

KEDALAMAN MAXIMUM =21.340

No	KEDALAMAN	U(Y)	F(I)	FL(I)	FY(I)
0	21.34	2.60	2323.99	1936.66	49593.87
1	19.21	2.56	2253.03	1877.52	43271.68
2	17.07	2.52	2183.17	1819.31	37271.13
3	14.94	2.47	2097.40	1747.83	31330.94
4	12.80	2.41	1996.74	1663.95	25566.24
5	10.67	2.35	1898.55	1582.13	20257.56
6	8.54	2.28	1787.13	1489.28	15254.97
7	6.40	2.20	1663.92	1386.60	10652.42
8	4.27	2.06	1458.89	1215.74	6226.53
9	2.13	1.87	1202.18	1001.82	2565.46
10	0.00	1.80	1113.86	928.22	0.01

INTG GAYA ARUS KALI LENGAN= 462753.6000

TOTAL GAYA ARUS HORIZONTAL=38945.5200

TOTAL GAYA LIFT=32454.610

LETAK TITIK TANGKAP= 11.882

PROGRAM STUDI TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LEMBAR PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA : Sri Rimo Asih Djs

NOMOR POKOK : 4884300138

NAMA DOSEN PEMBIMBING : Dr. Ir. W. A. Pratikto

TUGAS DIMULAI :

DISELESAIKAN :

JUDUL TUGAS AKHIR : Pengaruh Kealaman Scour
terhadap Stabilitas Struktur
Jaket

NO	TANGGAL	KONSULTASI MENGENAI	TANDA TANGAN DOSEN PEMBIMBING
1	26.11.92	outline	wsp.
2	3.12.92	arus (fungsi, loading)	wsp.
3	15.12.92	pembinaan	wsp.
4	9.01.93	Fd, FI	wsp.
5	24.2.93	Pondasi	wsp.
6	10.3.93	Analisa Puntiran	wsp.
7	10.3.93	Bab II	wsp.
8	4.4.93	Bab III	wsp.
9	8.6.93	Bab IV (konstruksi)	wsp.
10	15.7.93	Overal	wsp.
11	20.7.93	overall, sign of ujian dan revisi, akhir	

CATATAN : LEMBAR PRESENSI INI HARUS DITUNJUKKAN
PADA SAAT UJIAN TUGAS AKHIR.